PARIJS

UNIVERSITE RENE DESCARTES

FACULTÉ DE MÉDECINE NÉCKER-ENFANTS MALADES

117

Année 1972 **THÈSE** N°

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'état)

PAR

Jean-Jacques ROUBY
Né le 1, Septembre 1946 à ST CLOUD (Hts Seine)

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE

CONTRIBUTION A L'ETUDE DES METHODES
DE MESURE DIRECTE DE LA PRESSION ARTERIELLE
EN ANESTHESIE ET EN REANIMATION

Président : Monsieur GRIVAULT Professeur

UNIVERSITÉ RENÉ DESCARTES

FACULTÉ DE MÉDECINE NÉCKER-ENFANTS MALADES

Année 1972 **THÈSE** N°

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'état)

PAR

Jean-Jacques ROUBY
Né le 1/ Septembre 1946 à ST CLOUD (Hts Seine)

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE

CONTRIBUTION A L'ETUDE DES METHODES
DE MESURE DIRECTE DE LA PRESSION ARTERIELLE
EN ANESTHESIE ET EN REANIMATION

Président : Monsieur GRIVAULT Professeur

UNIV.
LEIDEN,
BIBL.

A Monsieur le Professeur GRIVAULT

Faculté de Médecine de PARIS

Qui a bien voulu nous faire
l'honneur d'accepter la
présidence de cette thèse.

A Madame le Professeur PASSELECQ

Professeur Agrégé d' Anesthésiologie

Faculté de Médecine de PARIS

Pour l'aide efficace et amicale
qu'elle a apportée à notre thèse.

Qu'elle soit remerciée
pour la richesse de son exemple
et des leçons que nous avons reçues.

P L A N G E N E R A L

- I N T R O D U C T I O N

- PREMIERE PARTIE :
  LA PRESSION ARTERIELLE : INTERET PHYSIO-PATHOLOGIQUE

  A) GENERALITES

  B) RELATION PRESSION / DEBIT DANS LES ARTERES

     1) Loi de Poiseuille
     2) Ecoulement du sang dans les artères
     3) Applicabilité de la loi de Poiseuille

  C) COURBE DE PRESSION ARTERIELLE : INTERET DES VALEURS REMARQUABLES

     a) Etude des valeurs remarquables
        1) Pression systolique et pouls
        2) Pression diastolique et remplissage coronaire
        3) Pression moyenne et débits sanguins cérébral et rénal

     b) Intérêt et limites de la notion de pression artérielle.

- DEUXIEME PARTIE :
  LES DIFFERENTES TECHNIQUES DE MESURE DE LA PRESSION ARTERIELLE

  A) LES DIFFERENTES METHODES DE MESURE INDIRECTE DE LA PRESSION ARTERIELLE

     1) Principe de la méthode
     2) Les différentes méthodes

  B) INSUFFISANCE DES METHODES DE MESURE INDIRECTE

.../...

C) DIFFERENTES TECHNIQUES DE MESURE DE LA PRESSION ARTERIELLE PAR VOIE SANGLANTE

1) Appareillage nécessaire
2) Les trois voies artérielles possibles

D) AVANTAGES DES METHODES DE MESURE DIRECTE DE LA PRESSION ARTERIELLE

1) Les contraintes " techniques " de la méthode
2) Les nombreux avantages.

- TROISIEME PARTIE :

ETUDE COMPAREE AU COURS DE L'ANESTHESIE EN CHIRURGIE CARDIO-VASCULAIRE DE LA CANULATION DE L'ARTERE RADIALE PAR PONCTION TRANSCUTANEE ET PAR DENUDATION CHIRURGICALE.

A) METHODE D'ETUDE ADOPTEE - COMPOSITION DE L'ECHANTILLON

1) L'étude porte sur 120 malades
2) Méthode d'étude adoptée

B) TECHNIQUES DE CANULATION DE L'ARTERE RADIALE

1) La ponction transcutanée de l'artère
2) La dénudation chirurgicale

C) DIFFICULTES ET ECHECS DE LA PONCTION TRANSCUTANEE

1) Données générales - Résultats globaux
2) Résultats analytiques - Classification des causes d'échec
3) Conclusion sur les causes d'échec

D) AVANTAGES ET INCONVENIENTS COMPARES DES DEUX TECHNIQUES

1) Ponction transcutanée et réperméabilisation ultérieure
2) Fonctionnement comparé en réanimation post-opératoire
3) Incidents et accidents comparés des deux techniques.

- C O N C L U S I O N

I N T R O D U C T I O N

En anesthésie et en réanimation il est devenu habituel de confier le contrôle de fonctions vitales particulièrement menacées à des " moniteurs électroniques " qui sont des combinaisons d'instruments capables de mesurer en continu ces fonctions et de permettre une intervention thérapeutique rapide en cas de modifications de l'une d'entre elle.

En théorie, n'importe quel type de paramètre physiologique peut être transformé en signaux électriques analysables et mesurables dans le temps grâce à un " moniteur ".

Mais en pratique, seules les grandeurs hémodynamiques, respiratoires, rénales et cérébrales peuvent subir de brusques variations mettant en danger la vie du malade.

L'enregistrement continu de l'électrocardiogramme de pratique courante ne présente guère de difficultés. De même l'enregistrement de l'électro-encéphalogramme ne pose pas de problèmes majeurs.

La mesure de la pression veineuse centrale, fournit à l'anesthésiste-réanimateur des renseignements irremplaçables sur le volume sanguin efficace - donc sur la réplétion du lit vasculaire - ainsi que sur l'état fonctionnel du coeur droit. Elle se pratique encore dans la plupart des cas manuellement et de manière intermittente à l'aide d'un manomètre à eau.

Cependant, les récents progrès de l'électronique médicale ont permis la mise au point de nouvelles unités de mesure des pressions par voie intravasculaire permettant une

.../...

surveillance automatique par monitoring.

Ces récentes acquisitions de l'électro-physique médicale ont rendu du même coup possible la surveillance continue par monitoring d'une grandeur hémodynamique essentielle : la pression artérielle.

L'insuffisance et l'imprécision des méthodes classiques de mesure de la pression artérielle, notamment au cours de l'état de choc et de certaines arythmies ont largement contribué au succès grandissant de méthodes nouvelles de mesure par voie intra-vasculaire.

Leur simplicité d'utilisation et la grande précision des résultats obtenus les ont fait passer du domaine de quelques équipes spécialisées à celui de nombreux services de chirurgie et de réanimation. Elle permettent en effet l'établissement et l'enregistrement d'un document précis couvrant les phases opératoires et post-opératoires et qui n'est plus liée à la subjectivité de l'anesthésiste ou du réanimateur.

Toute perturbation de l'hémodynamique du malade peut être immédiatement visualisée et mesurée sans l'intervention directe du médecin. Ceci constitue un progrès fondamental pour la conduite du traitement. Ainsi, dans la pratique de la réanimation et de l'anesthésie en chirurgie cardio-vasculaire, l'enregistrement continu des variations de pression artérielle est-elle une donnée essentielle.

Les quelques considérations qui suivent seront donc consacrées à un bref rappel de la physiologie de la pression artérielle, aux différentes techniques indirectes et directes de mesure de la pression artérielle, et à une étude des inconvénients et avantages respectifs de la ponction transcutanée de l'artère radiale et de sa dénudation en anesthésie et en réanimation cardiaques

Ière PARTIE

LA PRESSION ARTERIELLE, INTERET PHYSIO-PATHOLOGIQUE

I - GENERALITES

La pression artérielle désigne en fait la pression qui règne dans le système à haute pression. Celui-ci est caractérisé par :

- une pression moyenne élevée (90 mm Hg)
- la grande amplitude des changements périodiques de pression instantanée
- l'origine principalement dynamique de la pression
- l'existence de résistances hémodynamiques artériolaires importantes et réglables permettant le maintien de la pression et une distribution préférentielle du débit cardiaque
- enfin une faible capacité.

II- RELATION PRESSION / DEBIT DANS LES ARTERES

A) Loi de Poiseuille

Dans le cas de l'écoulement laminaire d'un fluide visqueux en régime permanent dans un tube cylindrique rigide, la relation débit pression est donnée par la loi de Poiseuille :

.../...

$$\Delta P = \dot{Q} \frac{8 \mu L}{\pi r^4}$$

ΔP = Pression motrice
μ = Viscosité
L = Longueur du tube
r = Rayon du tube
$\frac{8 \mu L}{\pi r^4}$ = Résistance = R
$\frac{\pi r^4}{8 \mu L}$ = Conductance = K

B) L'écoulement du sang dans les artères

I-) Le sang complet n'est pas un liquide Newtonien (visqueux)

1) Bien que la viscosité du sang complet ne soit pas indépendante de la vitesse, elle reste pratiquement constante dans le domaine des vitesses physiologiques.

2) D'autre part, la viscosité du sang dépend de la concentration en éléments figurés et ceux-ci sont plus concentrés au voisinage de l'axe que dans les couches proches de la paroi.

Cet effet, négligeable au niveau des gros vaisseaux, provoque dans les artérioles une dimunition de la viscosité apparente.

En effet le long des parois, se forme une couche de plasma presque pur, alors que les hématies se concentrent dans la partie axiale. Il en résulte une distribution particulière des vitesses, le sang ayant tendance à se mouvoir

.../...

" en masse " le travail du coeur en est autant diminué.

Au total ces deux effets concernant la viscosité modifient simplement la pente de la relation debit / pression ce qui n'a pas une grande portée physiologique.

II°) Régime d'écoulement du sang complet

1) Reynolds a montre experimentalement que le type d'écoulement - laminaire ou turbulent - qui conditionne l'applicabilité de la loi de Poiseuille, varie fondamentalement avec un nombre sans dimension appelé nombre de Reynolds ;

$$\mathcal{R} = \frac{u_q D}{\nu}$$

u_q = Vitesse du débit
D = Diamètre du tube
$\nu = \mu/\rho$ = Viscosité cinématique
μ = Viscosité
ρ = Masse volumique

L'écoulement est laminaire quand le nombre de Reynolds est inférieur à sa valeur critique $\mathcal{R}_c$ et turbulent quand il y est supérieur :

$\mathcal{R} < \mathcal{R}_c \rightarrow$ régime laminaire
$\mathcal{R} > \mathcal{R}_c \rightarrow$ régime turbulent

Or, cette valeur critique est comprise quelque soit le fluide entre 2500 et 4000 dans les conditions habituelles.

- La forme d'expression $\frac{V_q D}{\nu}$ du nombre de Reynolds permet d'expliquer pourquoi dans les conduits étroits l'écoulement est toujours laminaire même si la vitesse est élevée.

Pourqoui dans un conduit large l'écoulement sera laminaire aux faibles vitesses, turbulent aux grandes.

Pourquoi le régime turbulent apparaît plus facilement si la viscosité cinématique est faible - sang anémique - que si elle est grande - sang normal -

2) Ecoulement du sang complet dans les vaisseaux :
Dans les conditions physiologiques

Le regime est toujours laminaire dans les petits vaisseaux Dans les gros vaisseaux, de nombreuses expériences ont permis d'affirmer l'existence de zones de turbulence : notamment au niveau de la portion initiale de l'aorte lors de l'éjection systolique rapide et au niveau des bifurcations des troncs artériels.

Pathologiquement le régime peut devenir turbulent

Lorsqué un gros vaisseau présente un rétrécissement. La vitesse variant comme l'inverse du carré du diamètre, le nombre de Reynolds dépassera sa valeur critique. On constatera alors l'existence d'un souffle organique.

Lorsqu'une anémie sévère provoque une importante diminution de la viscosité du sang. Le passage en régime turbulent se traduira par l'apparition d'un souffle inorganique.

.../...

III°) Le régime d'écoulement n'est pas permanent mais pulsatile et les parois vasculaires ne sont pas rigides mais déformables.

- Expérimentalement la loi de Poiseuille caractérise l'écoulement d'un liquide visqueux en régime permanent c'est-à-dire un régime où les forces d'inertie liées à l'accélération sont nulles alors qu'interviennent uniquement pression motrice et forces de frottement.

- Mais si l'on ne peut ignorer le caractère pulsatile de l'écoulement au niveau des grosses artères, celui-ci s'atténue plus ou avance vers les artérioles et les effets d'inertie deviennent alors très faibles devant les effets de friction.

- En effet, l'élasticité des gros vaiseaux amortit les variations de pression au niveau des gros troncs et assure au niveau des artériolles la régularité du débit et une valeur constante de la pression.

C) L'application de la loi de Poiseuille à l'écoulement du sang complet dans les artères est-elle une approximation suffisante pour étudier l'hémodynamique artérielle :

1) Bien que n'étant pas un liquide Newtonien, nous avons vu que les variations de viscosité du sang ne modifiaient le plus souvent que faiblement la relation débit / pression et qu'il fallait des variations très importantes pour entraîner l'apparition d'un écoulement de type turbulent.

2) Bien que pas tout à fait laminaire au niveau des gros vaisseaux nous avons vu que l'écoulement artériolaire est toujours laminaire. Or la perfusion tissulaire dépend essentiellement des phénomènes se déroulant au niveau artériolaire périphérique - résistances

.../...

et type d'écoulement - à condition bien sûr que la pompe cardiaque fonctionne normalement.

3) Enfin que pulsatile au niveau des gros vaisseaux, l'écoulement devient continu au niveau artériolaire.

Pour ces trois raison, l'application de la loi de Poiseuille à l'hémodynamique artérielle, semble être une approximation suffisante pour se faire une idée du débit tissulaire.

Connaissant deux variables - pression et résistances - l'état circulatoire c'est-à-dire le débit peut être connu.

Mais on ne peut que garder à l'esprit les simplifications par rapport à la réalité que cette application implique.

III - ETUDE DE LA COURBE DE PRESSION ARTERIELLE INSTANTANEE : INTERET DES VALEURS REMARQUABLES CARACTERISANT CETTE COURBE

A) La pression du sang dans les artères présente des changements périodiques en rapport avec l'activité discontinue du ventricule gauche. On distingue :

LA PRESSION SYSTOLIQUE

1) Elle correspond, au délai de transmission de l'onde pulsatile près, à la phase d'éjection ventriculaire lorsque les sigmoïdes aortiques sont ouvertes.

2) Lorsque l'on palpe une artère, le pouls correspond à cette onde systolique du sphymogramme.

.../...

- La propagation de cette onde pulsatile se fait sans transport de matière et sa perception dépend du module d'élasticité en volume du système artériel parcouru.

- Elle se propage comme une onde de pression dans un tube élastique vers la périphérie, et s'y réfléchit comme dans un tuyau sonore.

Un certain degré de réflexion a donc lieu non seulement sur une extrémité, mais en tous les points du tube élastique.

Ainsi cette superposition donne lieu à la formation d'une onde stationnaire qui éleve la valeur de la pression systolique quand l'onde approche de la périphérie.

Ceci explique le paradoxe apparent que constitue une pression systolique périphérique radiale parfois dépassant celle de l'aorte de 15 à 20 mm Hg.

Et ceci explique aussi, pourquoi les mesures classiques de pression artérielle sont imprécises car liées directement à l'état des parois artérielles et aux lois de la propagation des ondes.

LA PRESSION DIASTOLIQUE

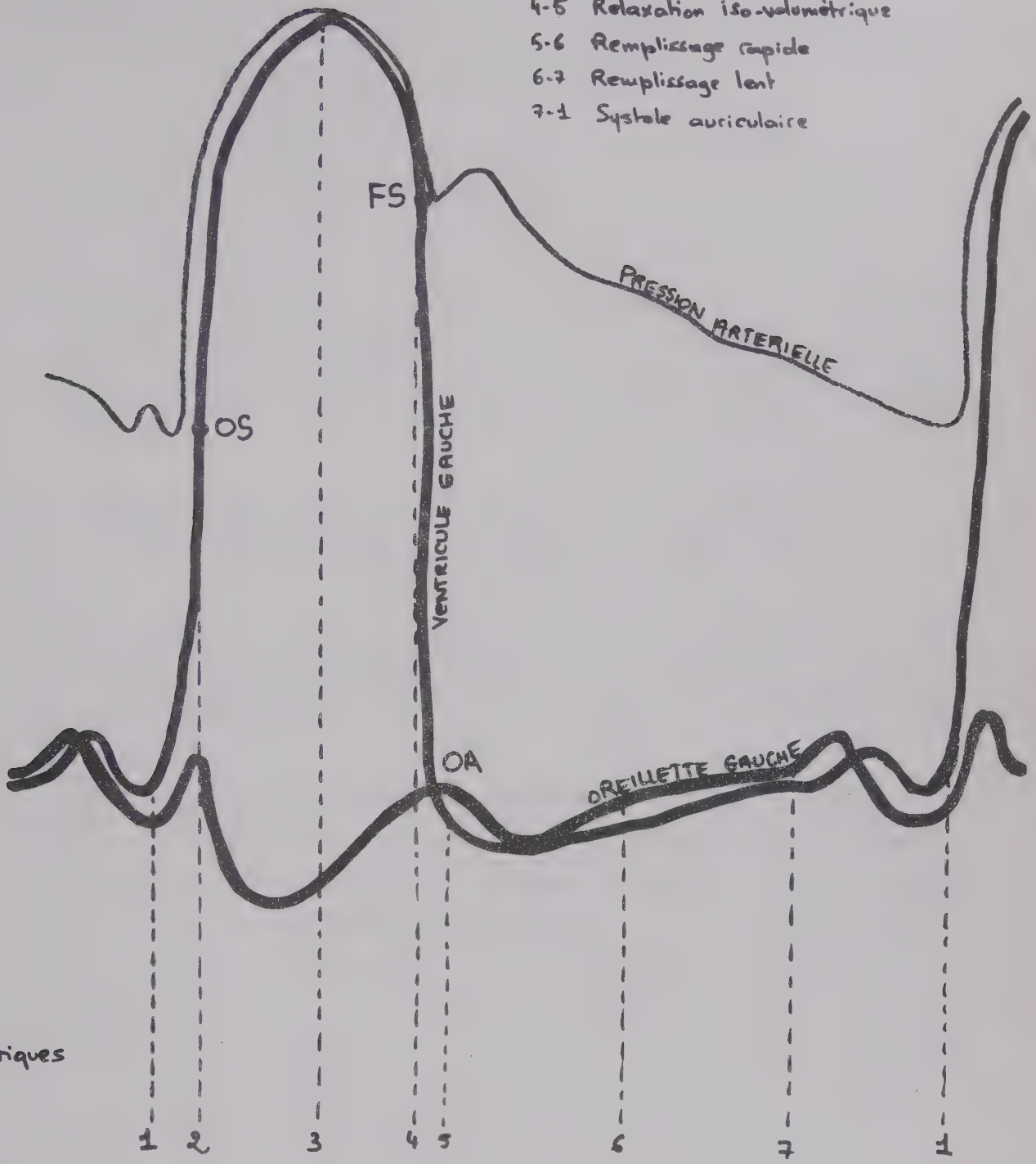
1) Sur la courbe de pression elle marque la séparation entre la contraction isovolumétrique et l'éjection rapide.

Elle correspond donc à la partie de la révolution cardiaque où les sigmoïdes sont fermées (cf. figure 1).

2) Elle n'atteint jamais une valeur nulle dans les conditions physiologiques malgré la pause cardiaque, parce que le lit

.../...

1-2 Contraction iso-volumétrique
2-3 Ejection rapide
3-4 Ejection lente
4-5 Relaxation iso-volumétrique
5-6 Remplissage rapide
6-7 Remplissage lent
7-1 Systole auriculaire



FS
Fermeture des Sigmoïdes aortiques

OS
Ouverture des Sigmoïdes aortiques

OA
ouverture de la mitrale

Figure I : réprésentation schématique des variations de la courbe de pression aortique comparées aux les changements de pression ventriculaire et auriculaire gauche

artériel périphérique oppose une résistance importante à l'écoulement du sang et parce que les gros troncs artériels sont doués d'élasticité et d'extensibilité.

- La pression endoartérielle baisse à ce moment parce que diminue la réaction élastique des parois et cela jusqu'à la contraction ventriculaire suivante.

- La diminution de la pression en cours de diastole est donc fonction de la fréquence. Lorsque le coeur est lent - diastole longue - la pression diastolique est basse et inversement.

3) La pression diastolique a une grande importance car elle conditionne en partie le remplissage coronaire.

- On sait que la circulation coronaire, vitale pour le fonctionnement myocardique présente un certain nombre de caractéristiques :

  La teneur en O_2 du sang veineux coronaire est la plus faible de tous les sangs veineux. Le myocarde est le tissu de l'organisme qui consomme le plus d'oxygène La contraction myocardique elle-même est un obstacle à la circulation du sang dans le lit coronaire. Des parametres hémodynamiques réglant la circulation cornnaire, le plus important est la pression de perfusion. Les facteurs locaux intramyocardiques - Po_2 et métabolites - sont d'une grande importance dans la régulation du debit coronaire.

- La contraction cardiaque est responsable des accidents cycliques qui se succèdent sur le tracé de vélocité coronaire, obtenu par capteur de débitmétrie électromagnétique (cf. figure II).

.../...

La phase isovolumétrique de la contraction ventriculaire gauche correspond à une brutale diminution du débit coronaire instantané : les artérioles coronaires les plus profondes du myocarde sont subitement comprimées à un temps où la pression de perfusion est la plus faible.

Lorsque, au moment de l'éjection la pression ventriculaire s'élève le débit coronaire instantané augmente : il atteint son maximum peu avant le sommet de la contraction ventriculaire, mais décroit légèrement dans la dernière partie de la systole, lorsque la pression de perfusion décroit.

Dès le début de la relaxation isovolumétrique, l'effondrement des résistances coronaires se traduit par une augmentation du débit artériel qui culmine dans la proto-diastole.

Ces changements instantanés au cours de la période cardiaque sont du même type quoique moins intenses, si l'on enregistre les débits instantanés de l'artère coronaire droite.

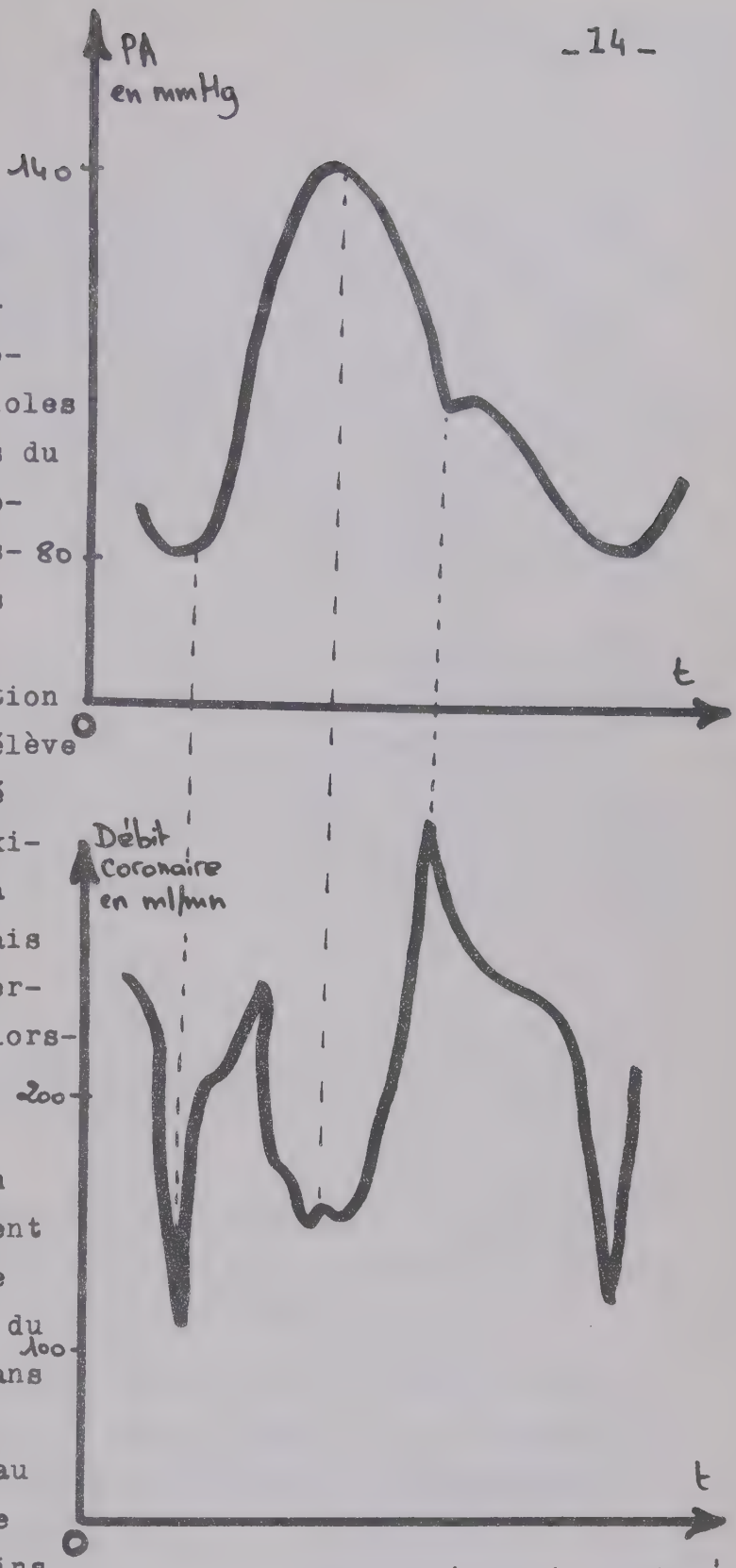


Figure II — Enregistrement simultané de la pression aortique et du débit coronaire chez un chien à l'état de veille, 14 jours après l'implantation d'un capteur.

C'est pendant la diastole que le volume de sang le plus important pénètre dans le système artériel coronaire (75 % du volume perfusé pendant une période cardiaque). Ainsi en cas d'augmentation de la fréquence cardiaque, la diminution de la période portant essentiellement sur la diastole, des conditions mécaniques défavorables à l'irrigation du myocarde ventriculaire gauche, (et en particulier à l'irrigation de ses couches sous-endocardiques) sont crées.

- Si dans des conditions hémodynamiques normales ou subnormales, l'ajustement du débit coronaire aux besoins énergétiques du myocarde est assuré essentiellement par les facteurs locaux intra-myocardiques - PO_2 et métabolites -, une baisse importante de la pression de perfusion - liée à la pression diastolique - peut gravement perturber le débit coronaire.

LA PRESSION MOYENNE

1) Dans la mesure où l'on se croit autorisé à appliquer la loi de Poiseuille dans le système artériel, la pression moyenne représente la pression motrice correspondante.

   - Ainsi la pression efficace permettant au sang de forcer les résistances artériolaires est égale à la différence entre la pression artérielle moyenne et la pression à l'origine des capillaires.

     La pression moyenne reste d'ailleurs sensiblement la même dans tout le système artériel.

2) Détermination de la pression artérielle moyenne à partir du tracé de pression artérielle instantanée (cf. figure III).

.../...

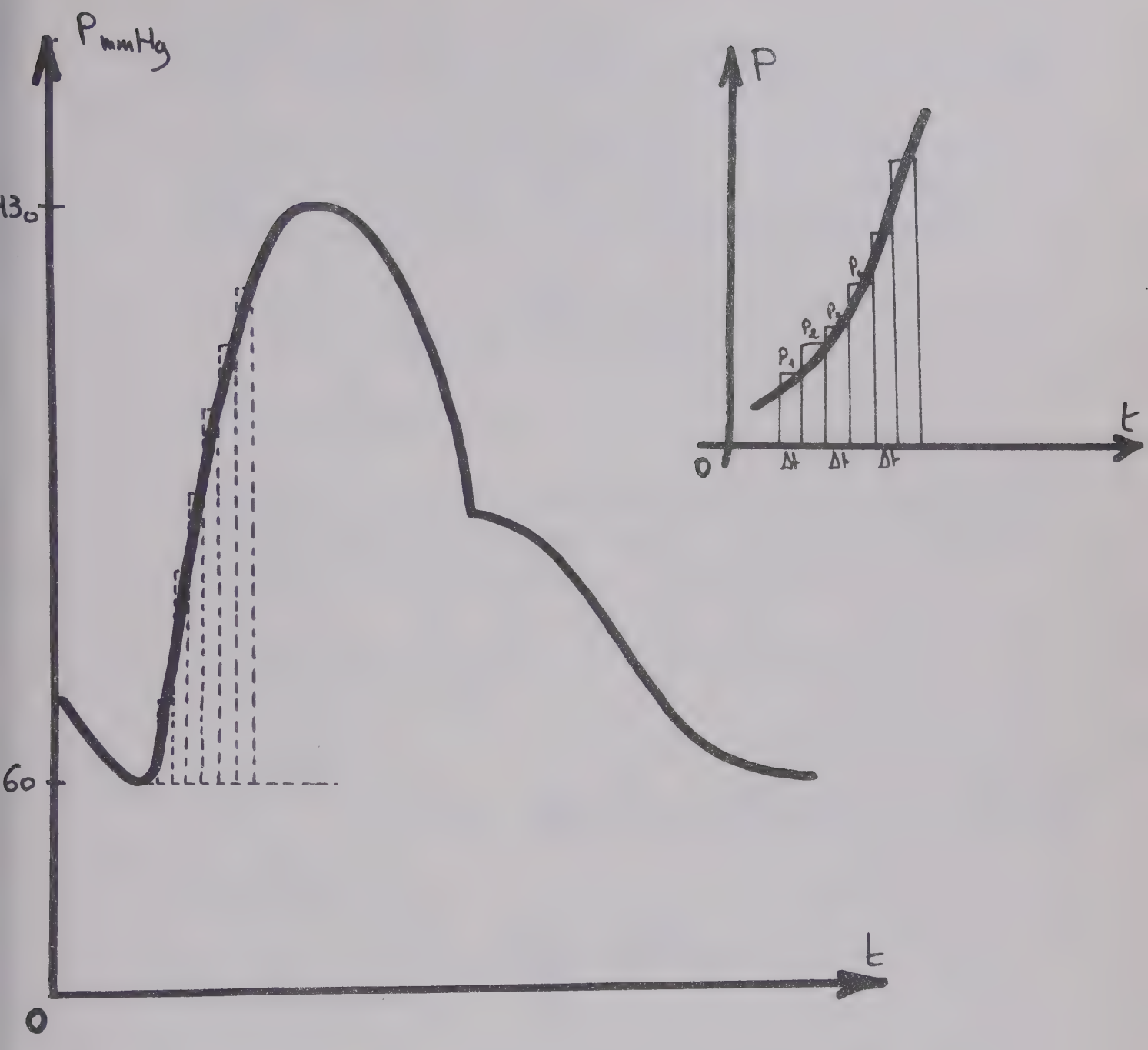


Figure III Détermination de la pression artérielle moyenne à partir du tracé de pression artérielle instantanée. Calcul de la surface de la courbe.

Soit S_c l'aire de la courbe de pression artérielle instantanée pendant un nombre entier de périodes cardiaques T.

La pression moyenne est donnée par le côté du rectangle construit sur la même base de temps T que la courbe de pression instantanée et ayant une surface égale à S_c :

$$S_c = \overline{P}^{Moy.} \times T$$

Calcul de S_c :

L'aire de la courbe instantanée est approximativement égale à la somme des surfaces des petits rectangles dont le côté " pression " à successivement les valeurs :

$$P_1 , P_2 , P_3 , P_4 \ldots\ldots P_n$$

et dont le côté " temps " conserve la valeur

$$\Delta t$$

on a donc :

$$S_c = \Delta t (P_1 + P_2 + P_3 \ldots\ldots + P_n)$$

ce qui s'écrit:

$$S_c = \sum_0^T P \, \Delta t$$

avec : $T = n \Delta t$

Cette approximation sera d'autant plus exacte que Δt sera plus petit, et deviendra parfaite lorsque Δt sera infiniment petit ce qu'on écrit dt .

A ce moment, dt étant infiniment petit, $P_1 , P_2 , P_3 \ldots P_n$ représentent point par point la courbe $P(t)$ pendant le temps T

d'où

$$Sc = \int_0^T P(t)\,dt$$

($\int_0^T$ somme de O à T)

D'où la valeur de la pression moyenne :

$$\overline{P}_a = \frac{1}{T}\int_0^T P(t)\,dt$$

Ainsi la pression moyenne peut-elle être obtenue par intégration graphique d'un sphymogramme ou directement avec un manomètre compensateur.

3) Pression artérielle moyenne et débit sanguin cérébral :

La circulation cérébrale revêt une importance physiologique exceptionnelle :

- L'arrêt circulatoire dans une région de l'encéphale entraîne en quelques secondes une interruption des fonctions de cette région. Si l'anoxie ne se prolonge pas au-dessus de 3', ce trouble est entièrement réversible. A partir de 5' d'anoxie les cellules du cortex cérébral sont le siège de lésions irréversibles.

  D'ailleurs, l'encéphale reçoit en proportion de son volume plus de sang que n'importe quel organe. Ses besoins énergétiques, couverts par la combustion aérobique du gluose sont énormes. Le stockage cérébral d'oxygène et de glucose est minime, si bien qu'une interruption même brève de la circulation encéphalique provoque des troubles sévères des fonctions cérébrales.

.../...

Régulation de la circulation cérébrale :

1) Comme pour tout organe irrigué, la circulation cérébrale dépend essentiellement de la pression de perfusion, c'est-à-dire de la différence entre pression carotidienne moyenne et pression veineuse moyenne (mesurée au niveau de la veine jugulaire interne). Les variations de cette dernière étant faibles, on peut assimiler pression de perfusion et pression artérielle moyenne.

2) Mais le comportement des résistances hémodynamiques chez l'homme est tel que contrairement à certaines espèces animales où le débit cérébral est une fonction linéaire de la pression artérielle moyenne, la relation débit / pression est tout autre :

   - Ce n'est qu'au-dessous d'une valeur de la pression artérielle de 80 mm Hg que le débit sanguin cérébral s'abaisse. Au-dessous d'une valeur critique, située entre 50 et 70 mm Hg, le débit cérébral devient une fonction linéaire de la pression artérielle moyenne.

     Au-dessus, le cerveau se trouve relativement protégé contre une chute de la pression artérielle moyenne du fait de l'action de barorécepteurs placés à l'origine et sur le trajet des artères à destinée céphalique. Ainsi, une augmentation même importante de la pression artérielle dans des limites physiologiques ne se traduit pas par une augmentation du débit sanguin cérébral.

   Donc au-delà d'une certaine pression artérielle moyenne le débit sanguin de l'encéphale n'est plus affecté par la pression de perfusion.

.../...

3) Toute augmentation de la pression intracranienne se transmet également au contenu endocranien, donc aux vaisseaux : la circulation veineuse cérébrale en est la première affectée puisqu'il y règne les pressions intra-vasculaires les plus basses.

Mais si la pression intra-cranienne est brutalement élevée à un taux supérieur à la pression artérielle moyenne il y a cessation du débit cérébral et perte immédiate de conscience.

4) Enfin, il est maintenant bien établit, que dans le contrôle physiologique du débit cérébral la régulation humorale joue un rôle déterminant (cf. figure IV).

L'auto-régulation de la circulation cérébrale est le fait d'un système feed-back dont la variable contrôlée est la P_aCO_2

La P_aO_2 et le ph n'interviennent qu'à un moindre degré. Cependant l'acidose métabolique au stade de coma entraîne une vasodilatation cérébrale, de même qu'une diminution importante de P_aO_2 augmente le débit cérébral d'une manière notable. Mais ces facteurs n'interviennent d'une façon évidente que lorsqu'ils se situent en dehors de leurs valeurs physiologiques.

Ainsi donc le cerveau, tissu à adivité métabolique élevée, dispose pour sa vascularisation de mécanismes protecteurs afin que soit conservé un niveau constant d'activité en cas de chute modérée de la pression de perfusion. Cependant en cas de chute plus importante de la pression artérielle moyenne un débit sanguin cérébral suffisant ne peut plus

.../...

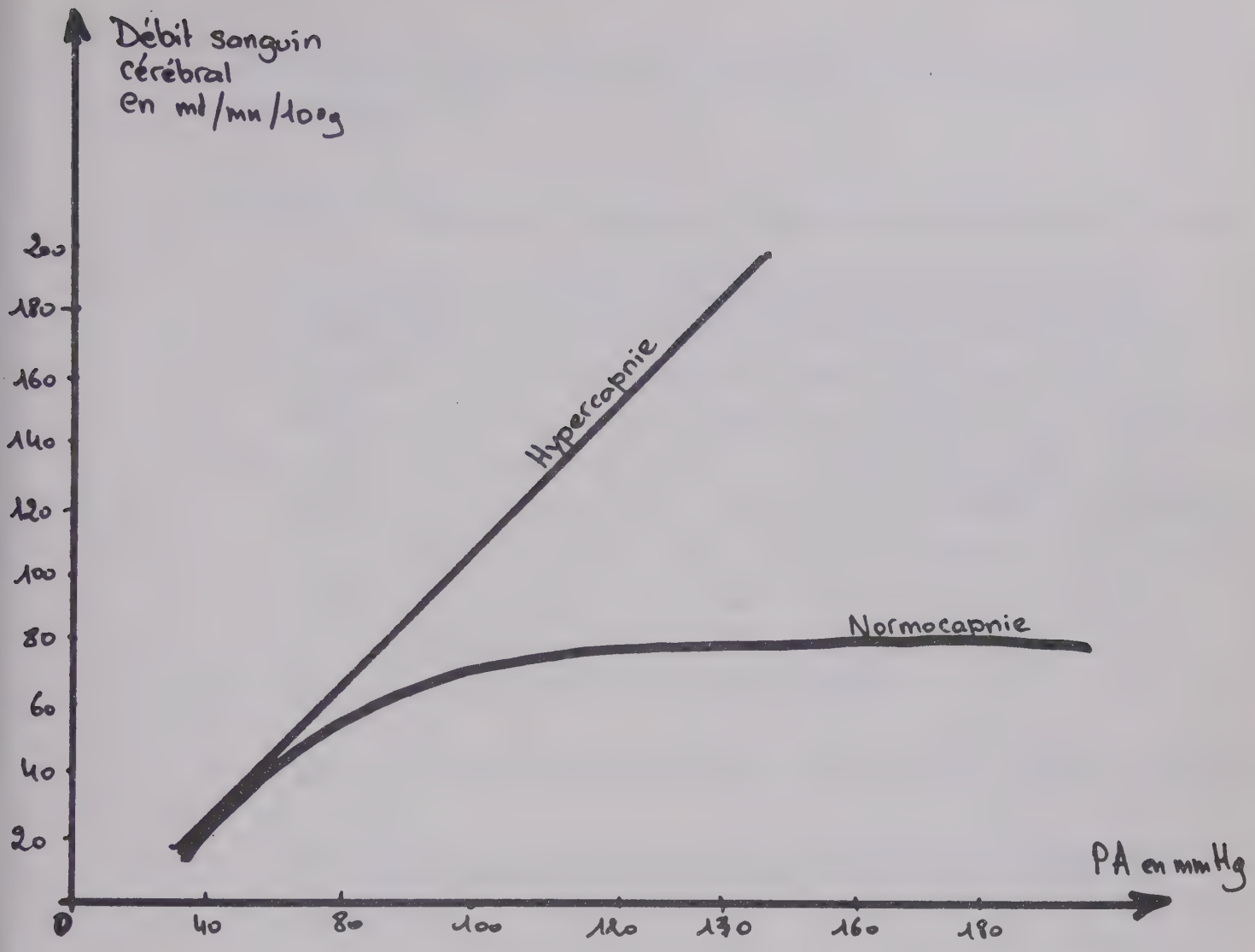


Figure IV Relation débit/pression pour la circulation cérébrale en fonction de la p_aCO_2

(d'après HARPER et LASSEN)

être assuré. Des lésions irréversibles surviennent alors rapidement.

4) Pression artérielle moyenne et filtration glomérulaire rénale :

La circulation intra-rénale présente deux caractères essentiels : le débit sanguin est extrêmement élevé par rapport au poids de l'organe. Cette importante masse de sang traverse le rein au moyen d'un double réseau capillaire disposé en série. En premier, le réseau capillaire glomérulaire qui fait suite à l'artère efférente du glomérule et qui est un système porte artériel, permet la filtration glomérulaire. Puis un deuxième réseau capillaire qui vascularise les différents segments du néphron et qui est un système porte artèrio-veineux.

D'autre part le débit sanguin est remarquablement constant.

La régulation de la circulation rénale est encore très mal connue. A condition que la pression artérielle moyenne reste supérieure à 50 - 60 mm Hg le débit rénal varie peu en cas de variations importantes de la pression artérielle périphérique.

Le mécanisme intime de ce phénomène est mal connu. Son rôle est cependant très important car les modifications de calibre des artères afférentes et efférentes du glomérule jouent un rôle essentiel dans le processus de filtration glomérulaire.

Pression de filtration assurant la filtration glomérulaire:

La pression qui permet le passage du liquide plasmatique

.../...

dans le tube urinaire est la résultante de plusieurs forces opposées :

- La pression hydrostatique intra-capillaire:

  En raison de la perte de charge, dont l'ampleur peut d'ailleurs être modifiée par les changements de calibre des artères afférentes et efférentes, elle atteint chez l'homme 50 à 70 % de la pression artérielle moyenne.

- La contre-pression exercée par le liquide intra-capsulaire: des mesures directes ont montré qu'elle est de l'ordre de 10 mm Hg.

- La contre-pression exercée par la pression oncotique des protéïnes plasmatiques: Elle est chez l'homme de 25 à 30 mm Hg.

On a donc :

PEfficace de = **P**capillaire - (**P**onc + **P**caps.) filtration
30 mm Hg = 70 - (30 + 10).

Cette pression de 30 mm Hg est en pratique la pression qu'il faut exercer au niveau du tube urinaire pour arrêter la filtration.

On voit également que si la pression intra-capillaire s'abaisse à 40 mm Hg, c'est-à-dire à une pression artérielle moyenne correspondante de 60 mm Hg, la filtration devrait s'arrêter.

On sait d'ailleurs que toute chute importante de la pression artérielle moyenne entraîne une oligurie puis une anurie.

.../...

En fait, des adaptations de la circulation intra-rénale permettent la persistance d'une diurèse pour des pressions artérielles encore inférieures à celles pour lesquelles le calcul prévoierait une anurie.

Cette régulation n'empêche pas cependant une très étroite relation entre l'efficacité de la pompe cardiaque - c'est-à-dire le maintien d'une pression artérielle moyenne suffisante - et la filtration glomérulaire.

Et l'étude de la diurèse, reste un des bons moyens d'apprécier l'état hémodynamique d'un malade.

B) <u>Intérêt et limites de la notion de pression artérielle</u>

De l'application de la loi de Poiseuille à l'hémodynamique artérielle, il ressort que la pression artérielle relève de deux paramètres : le débit cardiaque et les résistances périphériques. En effet :

$$P = \dot{Q} \times R$$

- Or, le débit cardiaque est proportionnel au volume de l'ondée systolique et à la fréquence cardiaque,

- Tandis que les résistances périphériques, sont fonction de la viscosité sanguine et de l'hindrance $\left(\frac{8L}{\pi r^4} \right)$, c'est-à-dire de tout ce qui, de par la morphologie du réseau artériel, constitue une gêne au libre écoulement du sang.

A noter que le seul facteur de l'hindrance susceptible d'adaptation, est le calibre des artérioles, grâce à la vascomotricité.

.../...

Il existe donc au moins quatre variables dans les facteurs de la pression artérielle, et celle-ci cependant, conserve une valeur sensiblement constante, ce qui laisse supposer l'existence de mécanismes régulateurs précis et efficaces dans les conditions physiologiques.

L'étude des conditions dans lesquelles est assurée cette homéostasie tensionnelle, montre le jeu remarquablement équilibré du débit cardiaque et des résistances.

Mais lorsque cette régulation n'est plus possible, la pression artérielle seule ne permet pas d'apprécier la perfusion tissulaire, car sa valeur dépend du débit cardiaque et des résistances périphériques susceptibles de variations importantes.

L'important est que la pression moyenne ne descende pas au-dessous de valeurs où la perfusion d'organes vitaux n'est plus assurée. Mais il est bien évident qu'il est parfois dangereux, sous prétexte de ramener la tension artérielle à sa valeur " normale " , d'administrer des drogues vasopressives. L'idéal serait, bien sûr, de pouvoir connaître le débit cardiaque. Peut-être dans un avenir proche, les progrès de la technique médicale permettront cette mesure dans la pratique quotidienne.

ooooo0ooooo

2ème PARTIE

LES DIFFERENTES TECHNIQUES DE MESURE DE LA PRESSION ARTERIELLE

- P L A N A D O P T E -

I - LES DIFFERENTES METHODES DE MESURE INDIRECTE DE LA PRESSION ARTERIELLE

- Principe de la méthode indirecte par brassard pneumatique mise au point par RIVA-ROCCI et PACHON
- Méthodes de mesure de la pression artérielle découlant de ce principe :
  - -- Méthode oscillométrique de Pachon
  - -- Méthode auscultatoire
  - -- Utilisation de ces méthodes pour certains " moniteurs ".

II - INSUFFISANCE DES METHODES DE MESURE INDIRECTES DE LA PRESSION ARTERIELLE

- On effectue la mesure statique d'un système dynamique .
- Imprécision des valeurs obtenues :
  - -- On ne détermine qu'un épiphénomène de la variation de pression
  - -- La pression du brassard est transmise à travers les tissus
  - -- La mesure fait appel à la subjectivité de l'opérateur.
- Toutes les valeurs remarquables ne peuvent être connues.

.../...

III - LES DIFFERENTES TECHNIQUES DE MESURE DE LA PRESSION ARTERIELLE PAR VOIE SANGLANTE :

- Appareillage nécessaire.
- Trois voies artérielles existent.
  - -- La voie artérielle fémorale
  - -- Les voies artérielles humérales et radiales :
    - o Rappel anatomique (trajet, direction et rapports principaux, distribution anatomique du réseau artériel du M.S.)
    - o Avantages et inconvénients de la voie humérale
    - o Avantages et inconvénients de la voie radiale.

IV - AVANTAGES DES METHODES DE MESURE DIRECTE DE LA PRESSION ARTERIELLE

- Avantages obtenus au prix de difficultés techniques accrues.
- Ces difficultés résolues, la méthode présente des avantages importants
  - -- On effectue la mesure continue d'un système dynamique
  - -- La mesure est d'une grande exactitude
  - -- Elle seule permet la mesure continue de la pression moyenne
  - -- Le pulsogramme permet de se faire une idée sur le débit systolique
  - -- Il permet une intégration fiable de la fréquence cardiaque
  - -- En anesthésie il permet la surveillance de l'analgésie per-op.
  - -- Il permet de nombreux prélèvements sanguins.

C O N C L U S I O N R A P I D E

.../...

LES DIFFERENTES TECHNIQUES DE MESURE DE LA PRESSION ARTERIELLE

Habituellement, en clinique, la pression artérielle est mesurée indirectement par une des méthodes non-sanglantes qui permettent d'obtenir avec une bonne approximation certaines valeurs remarquables de la pression.

I - LES DIFFERENTES METHODES DE MESURE INDIRECTE DE LA PRESSION ARTERIELLE

A) Principe de la méthode indirecte par brassard pneumatique mise au point par RIVA-ROCCI et PACHON :

1) La méthode consiste à comprimer le tronc artériel d'un membre par un brassard gonflable dont on peut facilement mesurer et modifier la pression.

2) La mesure consiste à gonfler le manchon, placé au niveau du membre exploré à une contrepression supérieure à la pression systolique, puis à diminuer progressivement cette contrepression en enregistrant en même temps :

   - soit les oscillations de pression: méthode oscillométrique.
   - soit les phénomènes auscultatoires en aval du manchon: méthode auscultatoire.

3) Sous certaines réserves, (qui font en partie l'imprécision de la méthode) on peut admettre que la contre-pression du brassard se transmet intégralement aux parois de l'artère, c'est-à-dire que la pression transmurale est égale à la différence entre la pression artérielle et la contre-pression du brassard.

.../...

B) Méthodes de mesure de la pression artérielle découlant de ce principe :

1) Méthode oscillométrique de PACHON :

a) On se sert dans cette méthode, d'une capsule manométrique différentielle, dont l'une des faces de la membrane est soumise à la contre-pression du brassard, et l'autre à la contre-pression instantanée :

La membrane n'est donc sollicitée que par la seule composante alternative de la contre-pression dans le brassard, c'est-à-dire par les oscillations de pression dues aux battements de l'artère, donnant une surpression dans le manchon.

b) Lorsque la contre-pression du manchon est supérieure à la pression systolique, l'artère est collabée et le sang ne passe pas : il n'y a aucune oscillation.

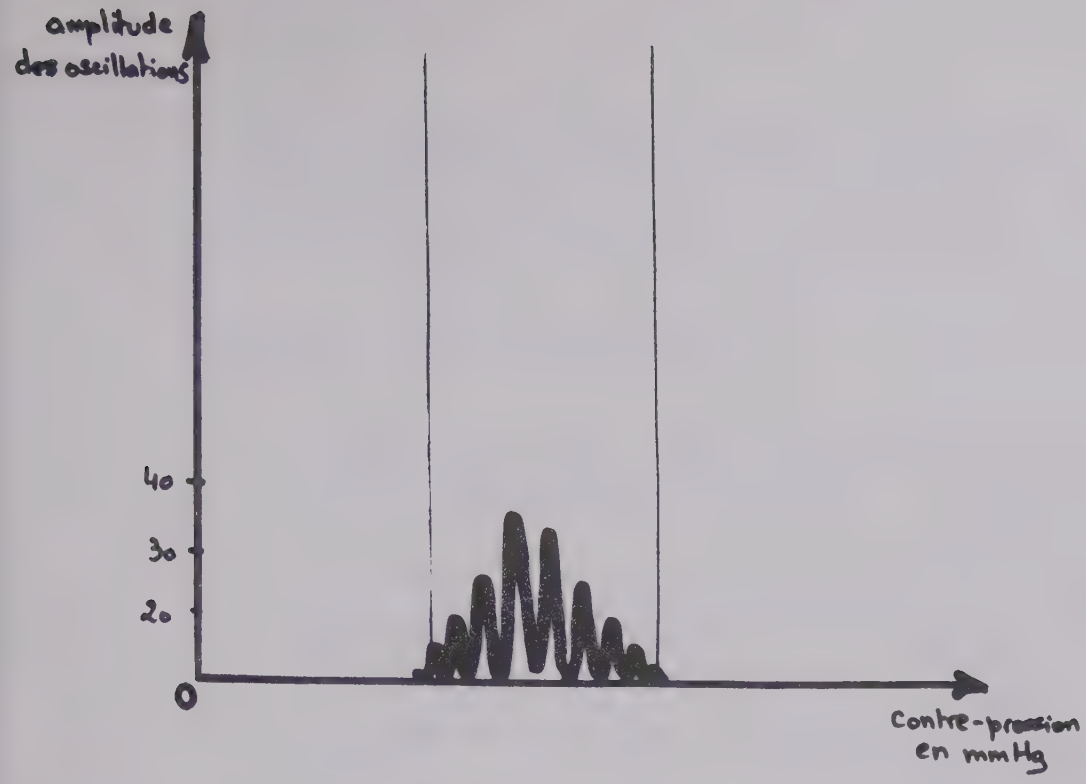
Puis, lorsque cette contre-pression baisse, apparaissent les premières oscillations qui sont de plus en plus amples au fur et à mesure que la baisse de cette contre-pression permet le passage d'une fraction plus grande du débit normal.

Enfin, ces oscillations diminuent d'amplitude et disparaissent lorsque la contre-pression est inférieure à la pression artérielle minimale. (cf. figure 1)

2) Méthode ausculatoire :

a) On apprécie en aval de la compression, du brassard les équivalents acoustiques des phénomènes décrits dans la méthode oscillométrique.

.../...


amplitude des oscillations
40
30
20
0
Contre-pression en mmHg

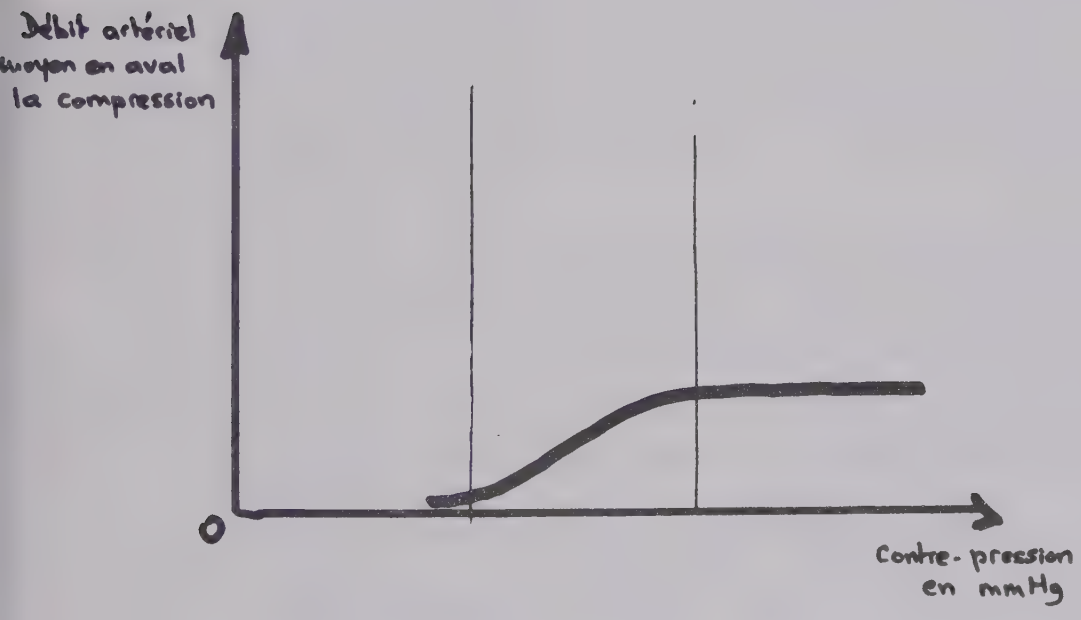

Débit artériel moyen en aval la compression
0
Contre-pression en mmHg

Figure (1)

La succession des bruits entendus dans ces conditions, lorsque la contre-pression diminue dans le brassard, est décrite sous le nom de bruits de Korotkow.

b) Analyse des bruits perçus :

- L'apparition d'un premier bruit franc et net, correspond à la pression systolique (Ps).

- L'intensité des bruits diminue ensuite, puis augmente légèrement au voisinage de la pression moyenne.

- Les bruits deviennent assourdis et disparaissent complètement peu après : pression diastolique.

c) S'il n'y a pas de discussion sur le critère adopté pour la pression systolique, il n'en est pas de même pour la pression diastolique, qui suivant les auteurs, correspond à l'assourdissement des bruits ou à leur disparition. Chez le sujet au repos, ce dernier critère semble être le meilleur.

Mais l'un des inconvénients de cette méthode est encore beaucoup plus important : elle ne renseigne pas directement sur la pression moyenne. Toutefois, par un simple calcul on peut déterminer avec une approximation convenable la valeur de la pression moyenne:

$$P_m = \frac{1}{3}(2Pd + Ps)$$

au niveau de l'artère radiale par exemple.

3) Ces méthodes classiques ont été utilisées pour certains moniteurs de pression artérielle :

a) A intervalles choisis, une manchette manométrique, fixée

.../...

au bras du malade, est gonflée puis dégonflée. En aval un microphone recueille les bruits de Korotkoff qui sont amplifiés et analysés électroniquement avant d'être utilisés pour la détermination des pressions systoliques et diastoliques.

b) Mais, les résultats obtenus ont été décevants, d'une part à cause de raisons purement techniques - glissement de la manchette entre deux mesures, déplacement du microphone produisant de nombreuses fausses alertes - mais surtout, parce que toute mesure indirecte de la pression artérielle, qu'elle soit effectuée à la main ou par un moniteur comporte certaines limites.

II - INSUFFISANCE DES METHODES DE MESURE INDIRECTE DE LA PRESSION ARTERIELLE

A) On effectue la mesure statique d'un système dynamique :

Ces méthodes permettent seulement une mesure intermittente : en cas de modifications brutales de la pression artérielle, même des mesures répétées deviennent insuffisantes.

D'autant, que ces mesures répétées, peuvent à la longue, devenir incommodantes voire nocives pour le malade, en raison de l'ischémie temporaire du membre qu'elles provoquent.

B) Les valeurs diastoliques et systoliques de la pression artérielle ne sont connues qu'avec une précision insuffisante:

1) D'abord, parce qu'on ne détermine qu'un épiphénomène de la variation de pression.

.../...

En effet, le pouls et les phénomènes auscultatoires et oscillométriques auxquels il donne lieu, traduisent la propagation le long de la colonne sanguine de l'augmentation brutale de pression qui apparaît à l'origine de l'aorte avec l'éjection de l'ondée systolique ventriculaire.

Mais les caractères du pouls perçu au niveau de l'artère périphérique, dépendent aussi de l'état des territoires vasculaires traversés et en particulier de la vaso-motricité artérielle.

Ainsi, en cas de résistances périphériques élevées avec débit cardiaque abaissé, les valeurs de pression artérielle obtenues au brassard sont faussement abaissées voire nulles. Pourtant, chez ces patients à " pression artérielle imprenable " une mesure directe par voie sanglante permettrait de trouver une pression systolique de l'ordre de 90 à 100 mm Hg.

2) Ensuite parce que la pression du brassard est transmise à travers les tissus et dépend donc de ceux-ci, et en particulier d'éventuelles contractions musculaires.

De plus, lorsque la pression du manchon décroit vers la pression systolique, des phénomènes de réflexion positive puis négative peuvent venir modifier la pression intra-artérielle sous le brassard, et devenir alors une cause d'erreur dans la détermination de la pression systolique.

3) Enfin parce que les précautions élémentaires prises par un opérateur, nécessaires pour obtenir une précision suffisante de la mesure, sont impossibles à contrôler :

.../...

- Relachement musculaire suffisant.

- Position et serrage adéquats du brassard.

- Bonne position du malade.

- Opérateur expérimenté : en particulier la détermination de la pression diastolique est variable suivant que le critère adopté pour sa mesure est l'assourdissement des bruits ou leur disparition.

C) Les différentes méthodes indirectes de mesure ne permettent pas de déterminer toutes les valeurs remarquables de la pression artérielle, en particulier au cours de certains états hémodynamiques :

1) La méthode palpatoire ne renseigne que sur la pression systolique.

2) Méthodes oscillométrique et auscultatoire ont une précision comparable quant à la détermination des pressions diastoliques et systoliques.

3) Si la méthode oscillométrique peut renseigner sur la pression moyenne, la méthode auscultatoire, qui est de loin la plus utilisée en clinique, ne permet la détermination de la pression artérielle moyenne que d'une manière imprécise.

En effet, la mesure pratique de celle-ci par la méthode auscultatoire est pratiquement impossible, du fait de la faible augmentation des bruits qu'elle provoque.

Or la pression moyenne est la plus utile des trois

.../...

valeurs remarquables, puisqu'elle est en rapport simple avec le débit moyen et la résistance si l'on admet valable la loi de Poiseuille.

Au niveau d'une artère périphérique il faut alors se contenter de l'approximation :

$$P_m = \frac{1}{3} (2P_d + P_s)$$

Mais en cas de troubles du rythme, type arythmie complète par fibrillation auriculaire, les pressions diastoliques et systoliques, variant d'une systole à l'autre, ne permettent même plus cette approximation théorique : on se trouve alors dans l'impossibilité d'apprécier la pression artérielle moyenne de ces sujets.

De la même manière, au cours de certains états de choc avec baisse du débit cardiaque et vasoconstriction périphérique réactionnelle ou thérapeutique (vasopresseurs), les valeurs des pressions systoliques et diastoliques ne peuvent être appréciées du fait que la tension reste " imprenable " . Or souvent, une mesure par voie sanglante indique une pression moyenne efficace.....

III - LES DIFFERENTES TECHNIQUES DE MESURE DE LA PRESSION ARTERIELLE PAR VOIE SANGLANTE

A) Appareillage nécessaire

N'importe quel dispositif d'enregistrement d'un pulsogramme sanglant comprend nécessairement :

- un microcathéter intra-artériel rempli d'un liquide

.../...

anticoagulant permettant la transmission de la pression depuis la lumière artérielle jusqu'au manomètre.

- Une tête manométrique, composée habituellement d'un manomètre élastique dont l'organe essentiel est un diaphragme déformé par la pression qui lui est appliquée.

- Un système de purge de la tête manométrique et de la canule artérielle pour lutter contre le reflux sanguin artériel.

- Un dispositif de transmission et d'amplification électrique des déformations du diaphragme.

- Un dispositif d'observation visuelle, en général un oscilloscope cathodique, et un dispositif d'enregistrement à la demande.

B) <u>En pratique trois voies artérielles peuvent se prêter à la canulation :</u>

1) La voie artérielle fémorale :

a) C'est une artère de gros calibre, familière à l'anesthésiste-réanimateur :

La ponction est de technique facile, y compris en cas de désordres hémodynamiques majeurs : Ses battements restent en effet perceptibles même en cas de choc avancé.

D'autre part, aucun risque important d'ischémie n'est à redouter du fait du calibre important de l'artère.

b) Utilisée initialement, cette voie d'abord est maintenant abandonnée du fait d'inconvénients majeurs :

.../...

Sa situation au pli de l'aisne, en fait un lieu réputé septique et sujet aux éventuels mouvements du malade :

En cas de flexion de la cuisse sur le bassin, la canule peut venir buter contre la paroi artérielle. Un geste malencontreux des chirurgiens et aides-opératoires peut aboutir aux mêmes résultats. Et de surcroît, l'accès au site de ponction est alors malaisé pour l'anesthésiste.

L'éventualité d'une canulation fémorale pour circulation extra-corporelle interdit son utilisation en chirurgie cardio-vasculaire.

2) Les voies artérielles humérale et radiale :

RAPPEL ANATOMIQUE

a) Trajet, direction et rapports principaux des artères humérale et radiale:

L'artère humérale fait suite à l'artère axillaire au niveau du bord inférieur du grand pectoral. Elle est située dans la région antérieure du bras et du coude, où elle se divise d'ailleurs en deux branches terminales : l'artère radiale et l'artère cubitale.

- L'aponévrose brachiale et les expansions qu'elle envoie autour des muscles de la région antébrachiale, constituent, sur le côté interne du bras, une gaine aponévrotique où chemine l'artère humérale, ses veines satellites et le nerf médian. Celui-ci longe l'artère sur son bord externe au 1/3 supérieur du

.../...

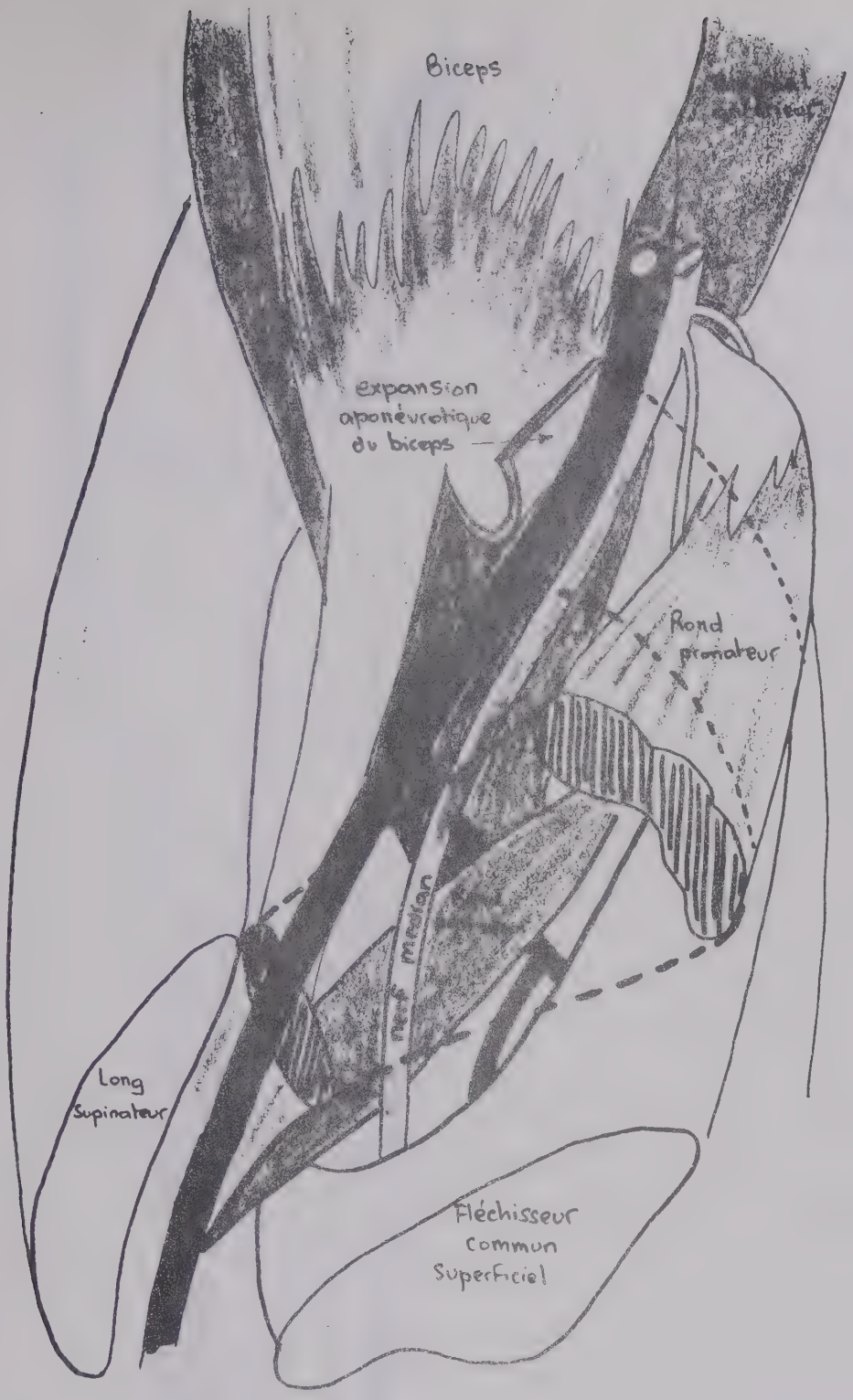
bras, et sur son bord interne au 1/3 inférieur du bras. L'artère humérale est recouverte dans la majeure partie de son trajet antébrachial par le muscle biceps.

- Au pli du coude, l'artère humérale chemine dans la gouttière bicipitale interne (cf. figure 2), limitée, en dehors par le tendon du biceps et, en dedans, par le muscle rond pronateur. Cette gouttière est renforcée à ce niveau par l'expansion aponévrotique du biceps. L'artère accompagnée par deux veines, et longée sur son bord interne par le nerf médian est à ce niveau, directement sous-aponévrotique. Elle est recouverte en avant par l'aponèvrose brachiale et les vaisseaux et nerfs sus-aponévrotiques : veines basiliques et rameaux du nerf brachial cutané interne.

L'artère radiale est la branche de bifurcation externe de l'humérale. Elle s'étend sur la face antérieure de l'avant-bras, et sur la face dorsale du poignet, du pli du coude à la paume de la main.

- Oblique en bas et en dehors, et longée jusqu'au 1/3 inférieur de l'avant-bras par la branche antérieure du nerf radial, elle est recouverte à la partie supérieure de l'avant-bras par le long supinateur puis devient superficielle, directement sous-aponévrotique et chemine alors dans la gouttière du pouls, limitée en dehors par le tendon du long supinateur et en dedans par le tendon du grand palmaire. A ce niveau l'artère n'est longée que par deux veines satellites. (cf. figure 3)

.../...

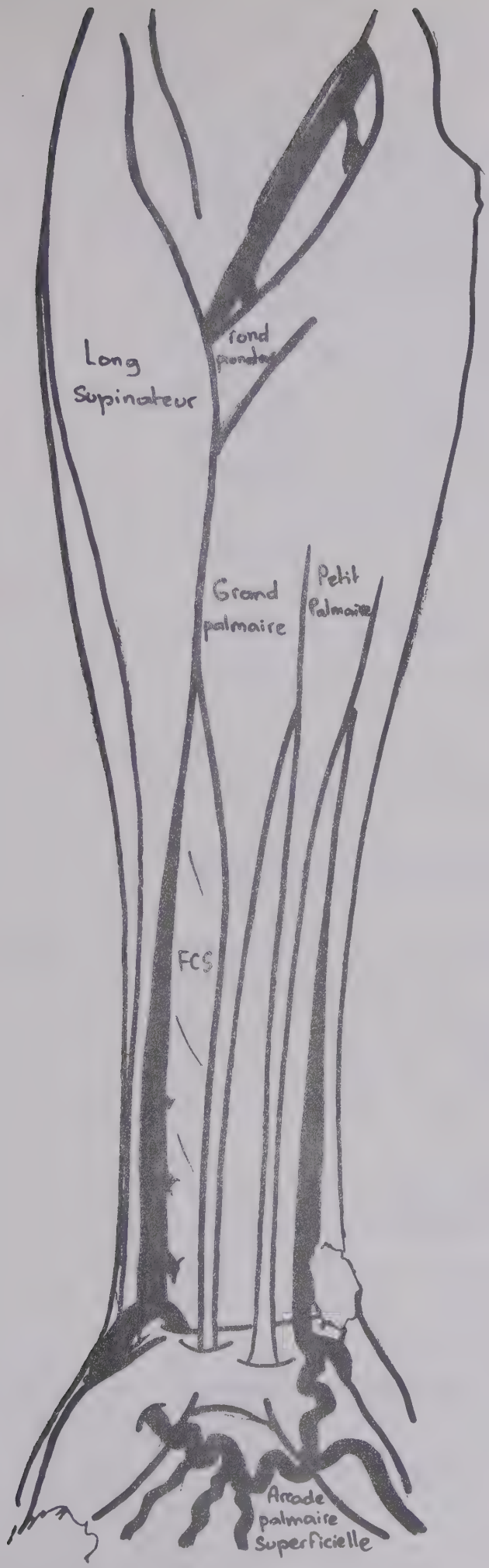


RAPPORTS DE L'ARTERE HUMERALE AU PLI DU COUDE

Figure 2

Fig (3)

Artères de l'avant-bras
Face antérieure
muscles en place



- Au poignet, l'artère radiale contourne le ligament latéral externe en passant sous les tendons des muscles long abducteur et court extenseur du pouce. Elle pénètre dans la partie inférieure de la tabatière anatomique, appliquée sur le trapèze. Elle croise ensuite la face profonde du long extenseur du pouce, et s'enfonce peu après dans l'extrémité supérieure du premier espace inter-osseux pour gagner la paume de la main où elle s'anastomose avec l'artère cubito-palmaire pour former l'arcade palmaire profonde.

b) Distribution anatomique du réseau artériel du bras, de l'avant-bras et de la main:

L'existence de nombreux réseaux anastomotiques caractérise ce réseau artériel.

Réseau anastomotique huméro-radial:

L'artère humérale profonde, branche la plus importante de l'humérale, issue de l'extrémité supérieure de celle-ci, se divise à hauteur variable au-dessus de l'épicondyle en deux branches dont l'une dite branche antérieure.

Celle-ci, cheminant dans la gouttière externe du pli du coude, s'anastomose en avant de l'articulation avec l'artère récurrente radiale antérieure, branche de la radiale.

Réseau anastomotique huméro-cubital:

- La branche postérieure de l'humérale profonde

.../...

descend en arrière de la cloison inter-musculaire externe, et s'anastomose en arrière de l'épicondyle avec la récurrente radiale postérieure, branche de l'inter-osseuse postérieure, elle-même branche collatérale de l'artère cubitale.

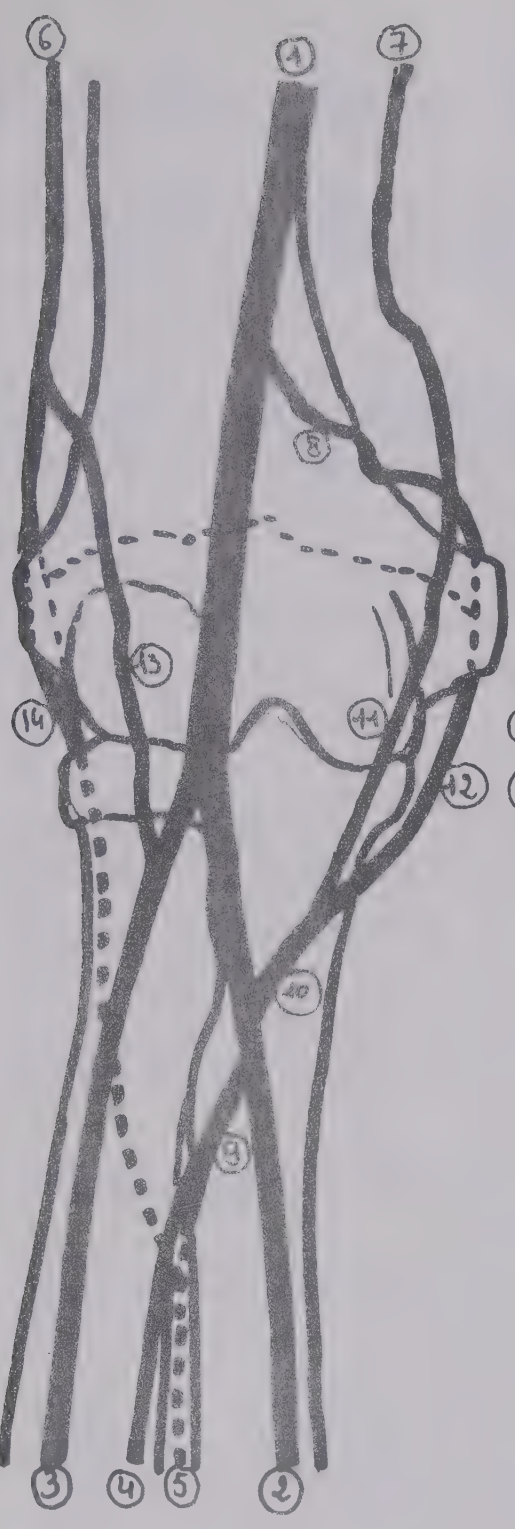
- La collatérale interne supérieure, issue de l'humérale un peu au-dessous de l'humérale profonde, descend en arrière de la cloison inter-musculaire interne jusqu'à l'épitrochlée où elle s'anastomose avec la récurrente cubitale postérieure branche de la cubitale.

- La collatérale interne inférieure, issue de l'humérale environs 3 cm au-dessus du pli du coude, se divise au-dessus de l'épitrochlée en deux branches, antérieure et postérieure, qui s'anastomosent toutes deux, respectivement, en avant avec la récurrente cubitale antérieure, et en arrière avec la récurrente cubitale postérieure.

Ainsi l'articulation du coude est-elle entourée d'un riche réseau artériel anastomotique, constitué par un véritable réseau artériel périépicondylien - humérale, profonde et récurrentes radiales - et périépitrochléen - collatérales internes et récurrentes cubitales - (cf. figure 4).

De plus ces deux réseaux artériels sont unis par des anastomoses transversales antérieures et postérieures dont l'une d'elle, plus importante que les autres, est constituée par une ramification transversale sus-olécranienne du rameau postérieur de la collatérale interne inférieure.

.../...



① A. Humérale
② A. Cubitale
③ A. Radiale
④ Interosseuse ant.
⑤ Interosseuse post.
⑥ Humérale profonde
⑦ Collatérale interne sup.
⑧ Collatérale interne inf.
⑨ Tronc des interosseuses
⑩ Tronc des récurrentes
⑪ Récurrente cubitale ant.
⑫ Récurrente cubitale post.
⑬ Récurrente radiale ant.
⑭ Récurrente radiale post.

Figure ④ Réseau anastomotique périarticulaire du coude

Réseau anastomotique radio-cubital (cf. figure 5)

- Il est constitué essentiellement par des anastomoses qui unissent les artères radiale et cubitale au niveau de la main :

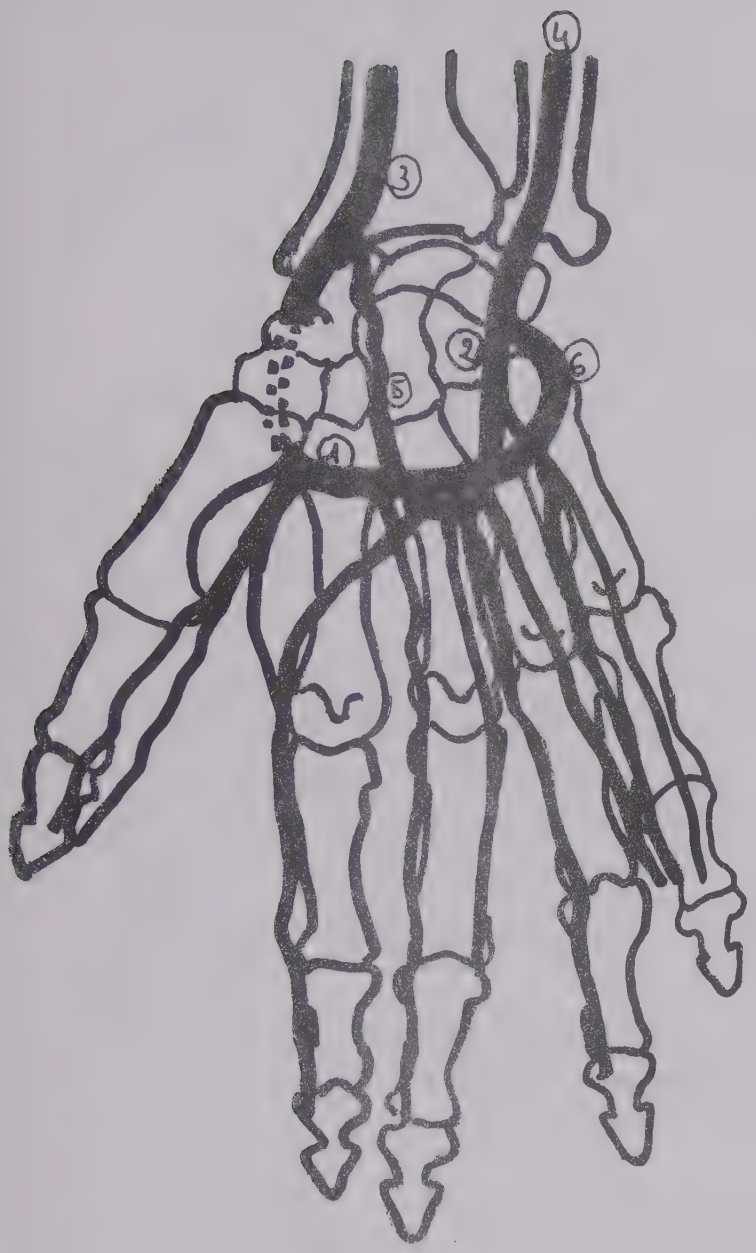
  -- L'arcade palmaire superficielle résulte de l'anastomose de l'artère cubitale avec l'artère radio-palmaire branche de la radiale; elle est située immédiatement au-dessous de l'aponévrose palmaire moyenne et croise la face antérieure des tendons fléchisseurs des doigts. Elle donne naissance aux artères digitales.

  -- L'arcade palmaire profonde résulte de l'anastomose de l'artère radiale avec la cubito-palmaire branche de la cubitale. Elle est située en arrière des tendons fléchisseurs des doigts et de l'aponèvrose palmaire moyenne. Elle donne des branches articulaires, perforantes et interosseuses.

- Il comporte accessoirement :

  -- L'arcade dorsale du carpe qui résulte de l'anastomose entre l'artère dorsale du carpe, branche issue de la radiale au niveau de la tabatière anatomique, et une branche analogue de la cubitale. De cette arcade naissent des branches ascendantes destinées aux articulations et qui s'anastomosent avec les ramifications terminales de l'artère inter-osseuse antérieure, branche de la cubitale.

.../...



① Arcade palmaire profonde
② Arcade palmaire superficielle
③ Artère radiale
④ Artère cubitale
⑤ Radio-palmaire
⑥ Cubito-palmaire

Figure ⑤ projection sur le squelette des artères de la main (d'après des radiographies)

-- Une anastomose entre les deux artères transverses antérieures du carpe, issues respectivement de la radiale et de la cubitale, au niveau du bord inférieur du carré pronateur.

AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE LA VOIE HUMERALE

a) La ponction n'est pas toujours facile :

Il faut ponctionner l'artère un peu au-dessus du bord supérieur de l'expansion aponévrotique du biceps. La compression manuelle de l'artère n'est pas non plus toujours facile. La proximité directe du nerf médian augmente les risques de la ponction.

b) Le site de ponction est au niveau d'une articulation :

- et les risques de changement de position du cathéter intra-artériel, voire de son effraction extra-vasculaire à l'occasion, ne sont pas négligeables.

- Par contre, les modifications secondaires du pouls, de la coloration, de la motricité et de la sensibilité de la main et de l'avant-bras sont exceptionnels, les nombreux réseaux anastomotiques artériels du coude, constituant autant de voies de suppléance en cas d'obstruction au niveau du point de ponction.

c) L'indication la meilleure de cette voie semble être le sujet en état de choc :

.../...

On peut alors profiter de la dénudation d'une veine basilique pour localiser, sans disséquer, l'artère humérale, la piquer et la cathétériser ainsi facilement. Cependant l'aiguille de ponction doit franchir la peau deux à trois centimètres en dessous du point de pénétration de l'artère, visible au fond de l'incision de dénudation (cf. figure VI).

AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE LA VOIE RADIALE

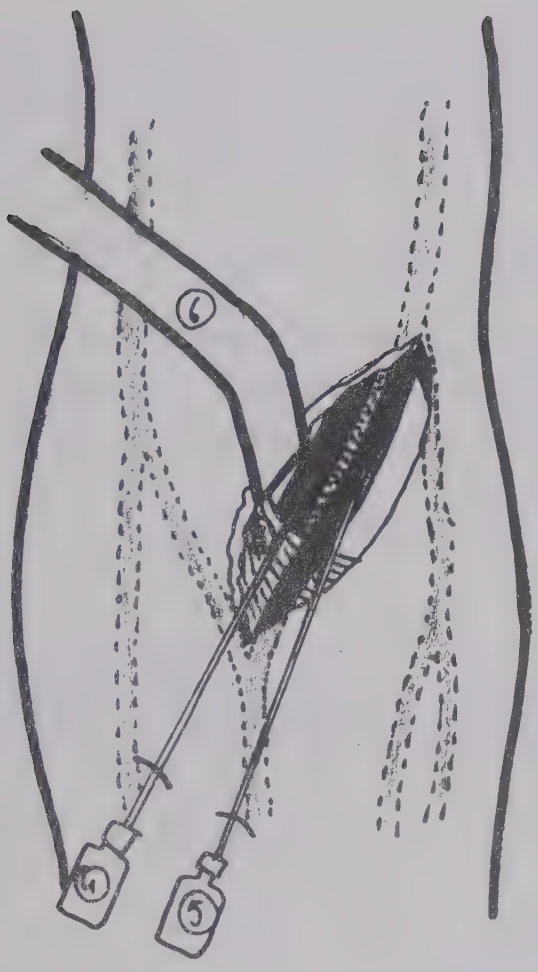
a) C'est une artère périphérique, dont le site de ponction est toujours accessible, autant pour le réanimateur que pour l'anesthésiste. De plus, la canule n'est pas à cheval sur une articulation.

b) La ponction de l'artère est facile au niveau de la gouttière du pouls, et pratiquement sans danger du fait de l'absence d'autres éléments vasculo-nerveux importants dans la région.

c) Les accidents secondaires sont peu fréquents (comme nous le verrons plus loin) car les réseaux anastomotiques unissant au niveau du poignet et de la main les artères radiale et cubitale constituent chez la plupart des sujets une voie de suppléance correcte. Il faut cependant noter ici la disparition fréquente du pouls radial ultérieurement, même en cas de ponction transcutanée.

d) Dans certains cas, la ponction est très difficile du fait de l'absence ou de la mauvaise perception du pouls radial. Ainsi est-ce le cas, lors d'une vasoconstriction périphérique au cours d'un choc, ou lors de certaines arythmies avec pouls lent et mal frappé.

.../...



nerf médian
(entre artère et veine)

① Artère humérale

② Veine médio-basilique

③ Expansion aponévrotique du biceps

④ Aiguille de ponction artérielle

⑤ Aiguille de ponction veineuse

⑥ Ecarteur de Farabeuf

Figure VI Orifice de dénudation de l'artère humérale au pli du coude.

IV - AVANTAGES DES METHODES DE MESURE DIRECTE DE LA PRESSION ARTERIELLE

A) Ces avantages sont obtenus au prix de difficultés techniques accrues.

Cette technique exige un matériel spécialisé, coûteux, peu transportable et un personnel qualifié sachant le manier. En effet, les méthodes directes nécessitent :

- La ponction ou la canulation chirurgicale d'une artère.
- La stérilisation d'une tête manomètrique, puis l'assemblage aseptique d'un circuit hydraulique reliant cette dernière à la canule intra-artérielle.
- Un oscilloscope cathodique et un système d'enregistrement.

B) Ces difficultés une fois résolues, la méthode présente un certain nombre d'avantages importants

1) On effectue la mesure continue d'un système dynamique :

Les variations rapides et importantes de la pression artérielle sont immédiatement reconnues et suivies ou enregistrées par le médecin dans leur moindre détail. Ainsi peut-il différencier rapidement les modifications pathologiques des variations incessantes que présente d'une façon générale la courbe de pression artérielle. Par exemple, en cas d'hypovolémie, même légère, la pression artérielle est fortement modulée par les insufflations du respirateur. La mesure au brassard aboutirait à des valeurs ininterprétables. La méthode sanglante permet de saisir la

.../...

modification de pression artérielle au moment précis où elle survient ce qui permet de la rattacher à sa véritable cause.

2) La mesure directe de la pression artérielle est d'une grande exactitude :

- En premier lieu, parce qu'elle ne fait pas appel à la subjectivité d'un éventuel opérateur.

- Ensuite, parce qu'on mesure cette fois la variation de pression elle-même, et non l'un de ses épiphénomènes,

- et que la plupart des têtes manométriques électroniques assurent une excellente stabilité de la mesure.

- Les erreurs de lecture ou de précision deviennent négligeables, dans la mesure évidemment où :

  -- la canule intra-artérielle demeure perméable ;
  --l'étanchéité des connexions reste parfaite ;
  -- les problèmes d'amortissement et de fréquence de résonnance des tubulures de connexion sont résolus correctement ;
  -- les réglages des différents appareils du dispositif restent stables (réglages des zéros en particulier).

- Dans ces conditions, même en présence de grande hypotension, la méthode reste utilisable avec une grande précision là où la mesure au brassard devient incapable de fournir un renseignement précis. Ainsi, la répercussion tensionnelle d'injections de drogues vaso-actives ou cardio-toniques, l'effet des pertes ou apports liquidiens sur la tension artérielle peuvent être appréciés d'une manière très précise.

.../...

3) Elle seule peut mesurer d'une manière continue la pression artérielle moyenne, qui, nous l'avons vu, représente une donnée hémodynamique fondamentale.

La mesure de la pression artérielle moyenne permet un " monitoring global " de la fonction cardio-circulatoire au prix d'un inconfort minime pour le malade.

De plus, pour des raisons électroniques, la pression artérielle moyenne est pratiquement à l'abri de tout artéfact et permet un monitoring efficace, sûr et exempt de fausses alarmes.

4) La morphologie de l'onde de pouls peut dans certains cas donner une idée sur le débit systolique :

Par exemple :

- On sait qu'au cours d'un état de choc l'effondrement de la pression artérielle est un signe tardif voire inconstant.

- Mais cet effondrement est habituellement précédé de modifications discrètes, dont seule une courbe précise permet l'identification et l'interprétation :

  -- pics systoliques irréguliers
  -- pressions systolique étroite
  -- pression diastolique basse et horizontale
  -- pression moyenne basse plus proche de la diastolique que de la systolique.

- Ce sont ces modifications prémonitoires qui guident le traitement puisque c'est le stade thérapeutique par excellence. De même, ce sont elles qui indiquent

.../...

l'efficacité ou l'échec du traitement institué : si après injection de drogues, on observe une remontée de la pression systolique, ce gain, dans la mesure où il ne s'accompagne ni d'une augmentation de la pression diastolique, ni d'une augmentation de la surface de l'onde de pression - qui traduirait une amélioration de l'éjection systolique - ne constitué pas, en définitive, un bénéfice circulatoire réel.

5) Le pulsogramme sanglant permet une intégration fiable de la fréquence cardiaque qui n'est plus seulement dérivée des signaux QRS de l'électro-cardiogramme, ce qui permet de détecter l'apparition d'une défaillance mécanique du myocarde.

De plus, l'impulsion électrique artérielle est rarement parasité comme l'est quelquefois le tracé électro-cardiographique et constitue, à ce titre, le meilleur système d'attaque d'un élément d'alarme.

6) Au cours de l'anesthésie, le pulsogramme sanglant permet une surveillance remarquable de l'analgésie per-opératoire.

a) L'analgésie per-opératoire est satisfaisante lorsqu'un stimulus nociceptif chirurgical n'entraîne pas de réactions adrénergique ou autres, marquées en particulier par l'apparition de :

- mouvements
- modifications respiratoires
- mydriase
- larmoiement
- tachycardie
- augmentation de la pression artérielle
- sudation.

.../...

b) Une analgésie insuffisante s'accompagne donc, en cas de stimulus nociceptif, d'une montée instantanée, de la pression artérielle de l'ordre de 10 à 20 mm Hg, portant également sur maxima et minima.

L'injection d'un analgésique, provoque un retour au niveau de tension antérieur et en cas d'analgésie suffisante, les manoeuvres chirurgicales ne modifient plus cette tension d'une manière significative.

c) Or, une grande partie de ces pics hypertensifs passe le plus souvent inaperçue en cas de surveillance de la tension au brassard. Seule la méthode continue de surveillance par voie sanglante permet une appréciation correcte de l'analgésie per-opératoire.

d) L'installation d'une canule intra-artérielle à demeure, permet d'effectuer à volonté de nombreux prélèvements sanguins, nécessaires à la bonne surveillance biologique du malade (en particulier gaz du sang et examens de coagulation). Après chaque prélèvement une purge soigneuse sera effectuée pour éviter l'obstruction intra-artérielle ultérieure du cathéter.

En conclusion, les méthodes de mesure directe, c'est-à-dire intra-vasculaires de la pression artérielle, présentent donc une série d'avantages majeurs les rendant particulièrement utiles pour l'anesthésie et la réanimation.

Aussi sont-elles actuellement de plus en plus utilisées malgré le matériel onéreux et spécialisé qu'elle nécessitent.

ooooo0ooooo

3ème PARTIE

ETUDE COMPAREE AU COURS DE L'ANESTHESIE EN CHIRURGIE CARDIO-VASCULAIRE DE LA CANULATION DE L'ARTERE RADIALE PAR PONCTION TRANSCUTANEE ET PAR DENUDATION CHIRURGICALE

- PLAN ADOPTE -

I - METHODE D'ETUDE ADOPTEE - COMPOSITION DE L'ECHANTILLON -

- L'étude porte sur 120 malades :
  - -- de chirurgie cardio-vasculaire.
  - -- répartition de l'âge au sein de l'échantillon.
  - -- répartition du rapport poids/taille.
  - -- protocole anesthésique utilisé.

- Méthode d'étude adoptée :
  - -- la ponction a été systématiquement tentée.
  - -- chaque malade étudié a été " fiché ".
  - -- ont été successivement étudiés :
    - o les causes d'échecs de la ponction
    - o les temps de fonctionnement comparés des deux techniques.

II - TECHNIQUES DE CANULATION DE L'ARTERE RADIALE :

- La ponction transcutanée de l'artère :
  - -- matériel d'étude :

.../...

o le Seldicath fin
o la tête de pression
o l'oscilloscope cathodique

-- Techniques de mise en place du Seldicath :
o préparation de la ponction
o la ponction
o raccordement et fixation

-- Entretien du dispositif.

- La dénudation chirurgicale.

III - DIFFICULTES ET ECHECS DE LA PONCTION TRANSCUTANEE

- Données générales - Résultats globaux -

-- résultats globaux
-- pourcentage d'échec et répartition des âges
-- pourcentage d'échec et rapport poids / taille

- Résultats analytiques - Classification des causes d'échec

-- introduction
-- les échecs liés à la technique de pose du Seldicath :
o perforations artérielles
o dissections des tuniques
o divers
-- les échecs liés à l'état clinique du malade
o anomalies du pouls radial (AC/rA, anomalies anatomiques)
o mauvaise tolérance de la cardiopathie
-- Conclusions sur les causes d'échec de la ponction.

IV - AVANTAGES ET INCONVENIENTS COMPARES

- Ponction transcutanée et reperméabilisation ultérieure:
-- résultats globaux
-- facteurs favorisant l'absence de reperméabilisation

.../...

- Fonctionnement comparé en réanimation post-opératoire
  - -- remarques préliminaires
  - -- résultats
- incidents et accidents comparés des deux techniques:
  - -- au moment de la canulation artérielle:
    - o ni l'une ni l'autre ne présentent un risque majeur.
    - o les incidents accompagnant la ponction sont fréquents,
  - -- les incidents et accidents secondaires:
    - o signes systématiquement recherchés.
    - o accidents survenus au cours de 55 ponctions.
    - o accidents survenus au cours de 56 dénudations.
  - -- conclusion : rareté et bénignité des accidents.

oooooOooooo

ETUDE COMPAREE AU COURS DE L'ANESTHESIE EN CHIRURGIE CARDIO-VASCULAIRE DE LA CANULATION DE L'ARTERE RADIALE PAR PONCTION TRANSCUTANEE ET PAR DENUDATION CHIRURGICALE.

I - METHODE D'ETUDE ADOPTEE - COMPOSITION DE L'ECHANTILLON

A) L'ETUDE PORTE SUR 120 MALADES

- Tous ont été étudiés de Septembre à Décembre 1971 dans le Service de Chirurgie Cardio-Vasculaire du Professeur C.DUBOST.
- Il s'agit de malades porteurs de cardiopathies valvulaires, coronariennes ou congénitales ou d'atteintes vasculaires

.../...

chirurgicalement curables (cf. tableau 1). Tous ont été opérés dans le service.

- L'âge de ces malades se répartit de la manière suivante

8	avaient	moins de	10	ans
19	avaient	entre 10 et	20	ans
24	avaient	entre 20 et	40	ans
49	avaient	entre 40 et	60	ans
20	avaient	plus de	60	ans

- Le rapport taille / poids de ces malades se répartit de la manière suivante : (cf. tableau 2)

Nous avons pris comme base de référence du " poids idéal " la formule de Lorentz :

$$P_{kg} = T_{cm} - 100 - \left(\frac{T-150}{4}\right)$$

et avons considéré comme <u>maigres</u> des sujets dont le poids réel est inférieur de 10 p. 100 au poids idéal, et <u>obèses</u> des sujets dont le poids réel est supérieur de 20 p. 100 au poids idéal.

- Le protocole anesthésique a été le même pour chacun de ces malades.

B) <u>METHODE D'ETUDE ADOPTEE</u> :

1) La ponction transcutanée a été systématiquement tentée chez tous les malades ayant un pouls (aussi faible soit-il).

- En cas d'échec, l'artère a été dénudée et canulée chirurgicalement au niveau de la gouttière du pouls.

.../...

Maladies vasculaires : 6

Anévrysme de l'aorte ascendante : 3
Anévrysme de l'aorte abdominale : 2
Dissection aortique 1

Insuffisances coronariennes
Pontage : 16

Divers : 2

Resection anévrysme VG : 1
Péricardite constrictive : 1

Cardiopathies congénitales : 29

Communication inter-auriculaire pure : 5
CIA avec retour veineux pulmonaire anormal : 3
CIA avec insuffisance mitrale associée : 2
CIA avec sténose pulmonaire associée : 1

Communication inter-ventriculaire pure : 1
CIV avec hypertension artérielle pulmonaire : 3
CIV à poumons protégés : 1
CIV avec insuffisance aortique associée : 1
CIV avec canal artériel associé : 1

Rétrécissement pulmonaire congénital : 1
Tétralogie de Fallot : 5
Canal atrio-ventriculaire : 1
Transposition : 1
Canal artériel sous hypothermie : 1

. Cardiopathies monovalvulaires : 43

Rétrécissement aortique calcifié : 13

Rétrécissement aortique avec pontage : 1

Insuffisances aortiques pures : 6

Maladie aortique : 4

Rétrécissements mitraux sans CEC : 3
Rétrécissements mitraux avec CEC : 4

Insuffisance mitrale pure : 8

Maladie mitrale : 4

Cardiopathies polyvalvulaires : 24

RA avec RM : 2
RAC avec IM : 2

IA avec IM : 4
IA avec MM : 3

RM avec IA : 1
RM avec IT : 1

IM avec IT : 7
MM avec IT : 2

IT avec MM et MA : 2

Tableau 1 Composition de l'échantillon.

	..... −10% ..... Poids idéal ..... +20%		
	Sujets MAIGRES	Sujets NORMAUX	Sujets OBESES
PONCTION	22	36	3
DENUDATION	20	37	3
TOTAL	42	73	5

Tableau 2 Répartition des poids au sein de l'échantillon

- La ponction a été pratiquée une fois le malade endormi et intubé, par l'anesthésiste avant l'incision chirurgicale.

- Ainsi:

Sur 120 malades 102 ponctions ont été tentées

4 dénudations ont été pratiquées d'emblée pour absence de matériel de ponction,
14 pour absence de pouls perceptible.

Sur ces 102 ponctions :

61 ont été réussies et 41 dénudations ont été pratiquées après échec

2) Pour chaque malade une fiche standard a été faite comportant les renseignements figurant sur le tableau 3 (cf. tableau 3).

a) Ainsi chaque malade a-t-il été suivi chaque jour, pendant son séjour en réanimation puis, 2 à 3 fois par semaine une fois revenu dans sa chambre et ceci pendant 10 à 15 jours.

b) Cependant, ce protocole d'étude n'a pu être pratiqué sur tous les malades initialement étudiés, du fait d'un certain nombre de décès post-opératoires :

Ainsi sur 120 malades étudiés,
12 malades sont décédés.

La répartition de ces 12 décès en fonction du temps et de la technique de canulation se répartit comme l'indique le tableau 4 (cf. tableau 4).

.../...

Date:	NOM :	POIDS:
N° de chambre:	AGE:	TAILLE :
INTERVENTION :	TA :	T° :

PER OP	TA :	T° :
Etat du malade à l'induction:		

SELDICATH ☐	DENUDATION ☐
Trajet artériel: Point de Pénétration: Nombre de tentatives:	Artère dénudée: Incidents
Incidents éventuels:	PA per op:
	Amortissement: Utilité:

REANIMATION	Entrée:	Sortie:
Etat du malade durant le séjour en réanimation:		

SELDICATH Retiré le:			DENUDATION Retiré le:		
Amortissement ☐			Amortissement ☐		
Date	PA courbe	PA brassard	Date	PA courbe	PA brassard

POST OP	TA :	T° :
Reperméabilisation ☐ Date:		
Incidents - Accidents éventuels:		

Tableau 3 : Fiche standard.

	per op	≤ 12ème h	≤ 24ème h	≤ 48ème h	Après 48h
PONCTIONS	2	1	1	1	2
DENUDATIONS	0	2	0	1	2

Tableau 4 : Répartition des décès

c) Ont été successivement étudiés :

Les causes d'échecs de la ponction:

Cette étude porte sur :

102 tentatives.
61 réussites.
41 échecs.

Le temps de fonctionnement comparé des deux techniques en réanimation:

Cette étude porte sur :

57 dénudations	(du fait de 2 décès dans les 12 premières heures)
53 ponctions	(du fait de 4 décès dans les 24 heures et d'absence, 3 fois, de tête de pression dans la salle de réanimation)

Enfin les complications ultérieures des deux méthodes.

Cette étude porte sur (compte tenu de certains décès) :

56 ponctions
54 dénudations.

II - TECHNIQUES DE CANULATION DE L'ARTERE RADIALE .

A) LA PONCTION TRANSCUTANEE DE L'ARTERE RADIALE :

Une attention particulière doit être prêtée au problème de la canulation artérielle, dans le souci d'éviter au maximum le

.../...

traumatisme vasculaire. Et,il est bien évident,que les risques de thrombose intra-artérielle et d'hémorragie après retrait, sont d'autant plus faibles que le micro-cathéter est plus souple et plus fin.

L' " Artériocath-3 ", d'abord utilisé, a été remplacé par un nouveau cathéter, le " Seldicath Fin " beaucoup plus souple et fin. C'est lui que nous avons utilisé pour notre étude:

SELDICATH FIN CODE 3855.09

- fabriqué à partir d'une tubulure en téflon.
- diamètre intérieur 0,6 mm.
  diamètre éxtérieur 0,9 mm.
- à moitié transparent à la vue et opaque aux rayons X.
- longeur 14 cm.
- présenté avec :
  -- un mandrin métallique semi-rigide de 25 cm.
  -- une aiguille de ponction.
  -- un raccord Seldicath-tête de pression :
  Connectub 4722.08 diamètre : 2,0 mm
  longueur : 80 cm.

TETE DE PRESSION : TETE RA 8 TELCO

Comportant un noyau plongeur, en contact avec une membrane, qui fait varier l'inductance d'un bobinage. Celui-ci se trouve dans un oscillateur et en fait varier la fréquence (on peut aussi employer la tête RA 93 TELCO dite à jauge de contrainte).

BAIE DE SURVEILLANCE TELCO

.../...

Comportant :

- un oscilloscope cathodique à huit pistes .
- cinq modules de pression .
- un électro-cardiogramme .
- un micro-manomètre permettant de prendre le son .
- un enregistreur photographique.

B) TECHNIQUE DE MISE EN PLACE DU SELDICATH ; CANULATION DE L'ARTERE RADIALE :

1) La ponction de l'artère radiale se pratique sur le malade endormi et intubé.

Dans un premier temps, on installe le membre supérieur que l'on désire utiliser pour la ponction. Celui-ci est étendu sur un appui-bras, lui-même fixé à la table d'opération, perpendiculairement à l'axe du corps, la face antérieure de l'avant-bras regardant vers le haut, et le poignet en hyper-extension sur l'avant-bras.

Dans un deuxième temps, l'opérateur se lave, et se désinfecte les mains, revêt des gants stériles, et dispose près de lui, le matériel de ponction sur un champs stérile :

- Seldicath.
- compresses stériles.
- alcool iodé .
- raccord purgé par un aide.

La ponction s'effectuant sur une artère de calibre important, des précautions d'asepsie rigoureuse sont nécessaires.

.../...

2) La ponction elle-même se pratique :

- Après : -- un badigeonnage large et abondant à l'acool iodé,
  - o de toute la région antérieure du poignet,
  - o de la paume de la main et du bout des doigts, qui risquent, au cours des diverses manipulations effectuées, de souiller les gants stériles et le site de ponction.

  -- un repérage soigneux de l'artère par le palper digital : Ce temps est capital, car il conditionne en partie le succès où l'échec de la tentative. Une artère bien palpée est généralement piquée facilement.

- L'aiguille de ponction doit franchir la peau le plus loin possible des plis de flexion de l'articulation du poignet, compte tenu, bien sûr, des résultats fournis par la palpation. Une distance inférieure à 1 cm expose à l'irruption, hors de la lumière artérielle, du cathéter, en réanimation post-opératoire à l'occasion de mouvements du poignet effectués par le malade.

- L'aiguille est introduite dans le tissu sous-cutané,

  -- tangentiellement à la face antérieure du poignet tandis que de l'autre main, l'opérateur palpe les battements artériels. Il peut ainsi diriger l'inclinaison de son aiguille pour ponctionner l'artère, en se rappelant qu'au fur et à mesure qu'augmente l'angle de l'aiguille avec le plan cutané, les risques de perforation augmentent.

  -- Un jet systolique puissant signe l'introduction de l'aiguille dans la lumière artérielle. La compression immédiate de l'artère par la main libre, empêche la poursuite de l'hémorragie.

.../...

-- L'introduction rapide du mandrin métallique dans la lumière de l'aiguille de ponction, puis de l'artère, permet successivement :

- o de lever la compression manuelle de l'artère en amont ;
- o de retirer l'aiguille de ponction, en la faisant coulisser sur le mandrin ;
- o de mettre en place le Seldicath fin.

Normalement, la montée du mandrin métallique sur une distance de quelques centimètres, ne doit rencontrer aucune résistance particulière. Cette manoeuvre doit être effectuée avec la plus grande douceur, car les risques de perforation ne sont pas négligeables.

A fortiori, une résistance anormale à la montée du mandrin ne doit pas être forcée, car elle signe le plus souvent une dissection des tuniques artérielles.

Le Seldicath est alors mis en place, en l'enfilant sur le mandrin métallique, en même temps que l'on retire celui-ci. La présence du Seldicath dans la lumière artérielle se traduit alors par un reflux systolique visible à travers la moitié transparente du micro-cathéter. Celui-ci est ensuite raccordé, par le tube de connection, à la tête de pression, et on peut alors vérifier le bon fonctionnement du système, après avoir pris le soin de régler les zéros de la tête et du scope.

Il reste à fixer solidement l'embout du Seldicath à la peau, par deux fils à peau séparés, en utilisant les petites ailettes en plastique percées d'un trou, et à mettre en place un pansement protecteur (compresses stériles et élastoplaste).

C) ENTRETIEN DU DISPOSITIF AU COURS DE L'ANESTHESIE ET EN REANIMATION POST-OPERATOIRE :

.../...

Toute canule intra-artérielle tend à s'obstruer du fait du reflux sanguin ce qui exige le rinçage périodique du système.

La purge régulière et complète de la tête de pression et du raccord, en particulier après prélèvement des gaz du sang, conditionne en majeure partie la durée de fonctionnement du dispositif.

Les purges, en dehors de tout prélèvement, doivent être pratiquées, au minimum, toutes les 1/2 heures si l'on veut éviter la survenue d'un amortissement de la courbe rendant inutilisables les valeurs indiquées par le scope.

Une remarque s'impose d'ailleurs ici : en cas de purges fréquentes la quantité de liquide injectée à chacuned'entre elles finit par compter, dans le bilan des entrées et des sorties en réanimation ; en effet à chaque purge, entre 10 et 20 cc sont injectés pour purger la tubulure.

D) LA DENUDATION CHIRURGICALE DE L'ARTERE RADIALE

1) Le matériel utilisé comprend :

- Le matériel habituel de dénudation.
- Le cathéter pour canuler l'artère:
  - STERIFLEX cathéter intraveineux code 165-20.
  - Radio-paque.
  - longueur : 150 cm.
  - diamètre extérieur : 2 mm.
  - diamètre intérieur : 1,5 mm.
- Les raccords, tête manomètrique et oscilloscope, restent les mêmes que pour la ponction.

.../...

2) La dénudation chirurgicale est pratiquée suivant la technique habituelle.

3) Enfin l'entretien du dispositif au cours de l'anesthésie et en réanimation reste évidemment le même que pour la ponction.

III - DIFFICULTES ET ECHECS DE LA PONCTION TRANS-CUTANEE.

A) DONNEES GENERALES - RESULTATS GLOBAUX :

1) Sur 120 malades étudiés d'octobre à décembre 1971 :
102 ponctions ont été tentées et
18 dénudations pratiquées d'emblée.

2) Sur les 102 ponctions tentées 61 ont été réussies, soit 59,9 p.100
41 ont échoué, soit 40,1 p.100.

Mais sur l'ensemble de l'échantillon et compte tenu des dénudations pratiquées d'emblée pour une cause autre que celle de l'absence de matériel,

61 ponctions ont été pratiquées	(52,6 p.100)
55 dénudations ont été pratiquées	(47,4 p.100).

3) Il est intéressant de comparer les résultats portant sur les 102 ponctions tentées, avec la répartition au sein de l'échantillon étudié, de l'âge et des caractères morphologiques (rapport poids / taille) :

Pourcentage d'échec et répartition des âges : (cf. tableau 5) :

.../...

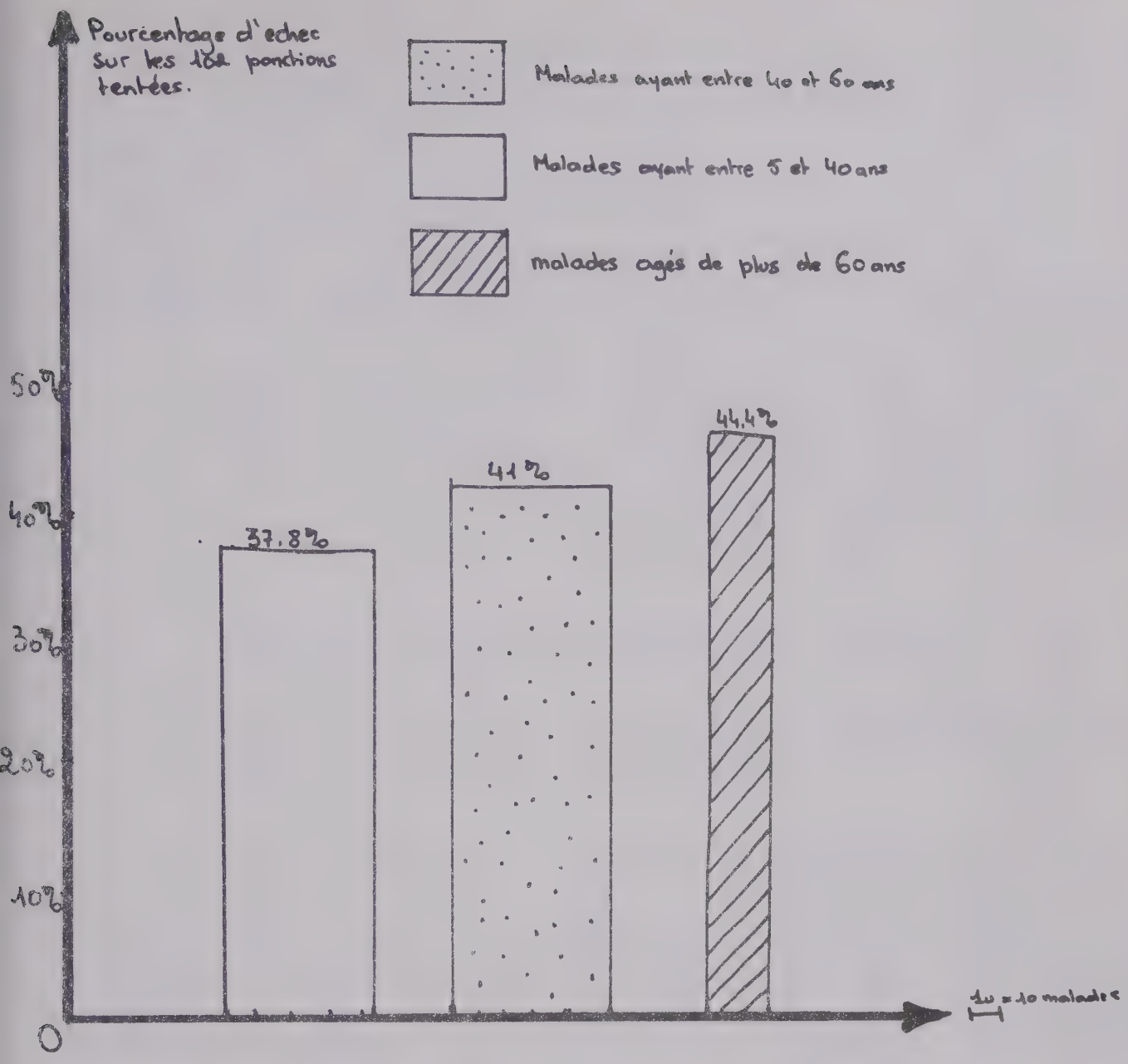


Tableau 5 : Pourcentage d'échec et répartition des âges

	De 5 à 40 ans	De 40 à 60 ans	Au delà de 60 ans
ECHEC	17	16	8
SUCCES	28	23	10
TOTAL	45	39	18
Pourcentage d'ECHEC	37,8 p.100	41 p.100	44,4 p.100

Ces résultats inclinent à penser que le pourcentage d'échec des ponctions augmente légèrement avec l'âge, probablement du fait de la modification des parois artérielles au cours de la vieillesse, en particulier du fait de la perte d'élasticité qui vient modifier les caractères du pouls.

Pourcentage d'échec et rapport poids / taille :

Nous avons vu plus haut la répartition générale des poids au sein de l'échantillon des 120 malades.

Celle portant sur les 102 malades ponctionnés est la suivante:

-20%	-10%	Poids Idéal	+10%	+20%	
6	6	6	17	4	2	Dénudations 42
12	13	13	13	7	3	Ponctions 61
18	19	19	30	11	5	Total 102
56			46			
32,1 pour 100			50 pour 100			Pourcentage d'échec en fonction du poids réel

Ces résultats inclinent à penser que le pourcentage d'échec de la ponction est lié au poids et à la taille du malade. Il semble en effet logique, que les malades ayant un panicule adipeux important soient plus difficiles à piquer que les malades maigres ayant une artère radiale superficielle. (cf. tableau 6)

.../...

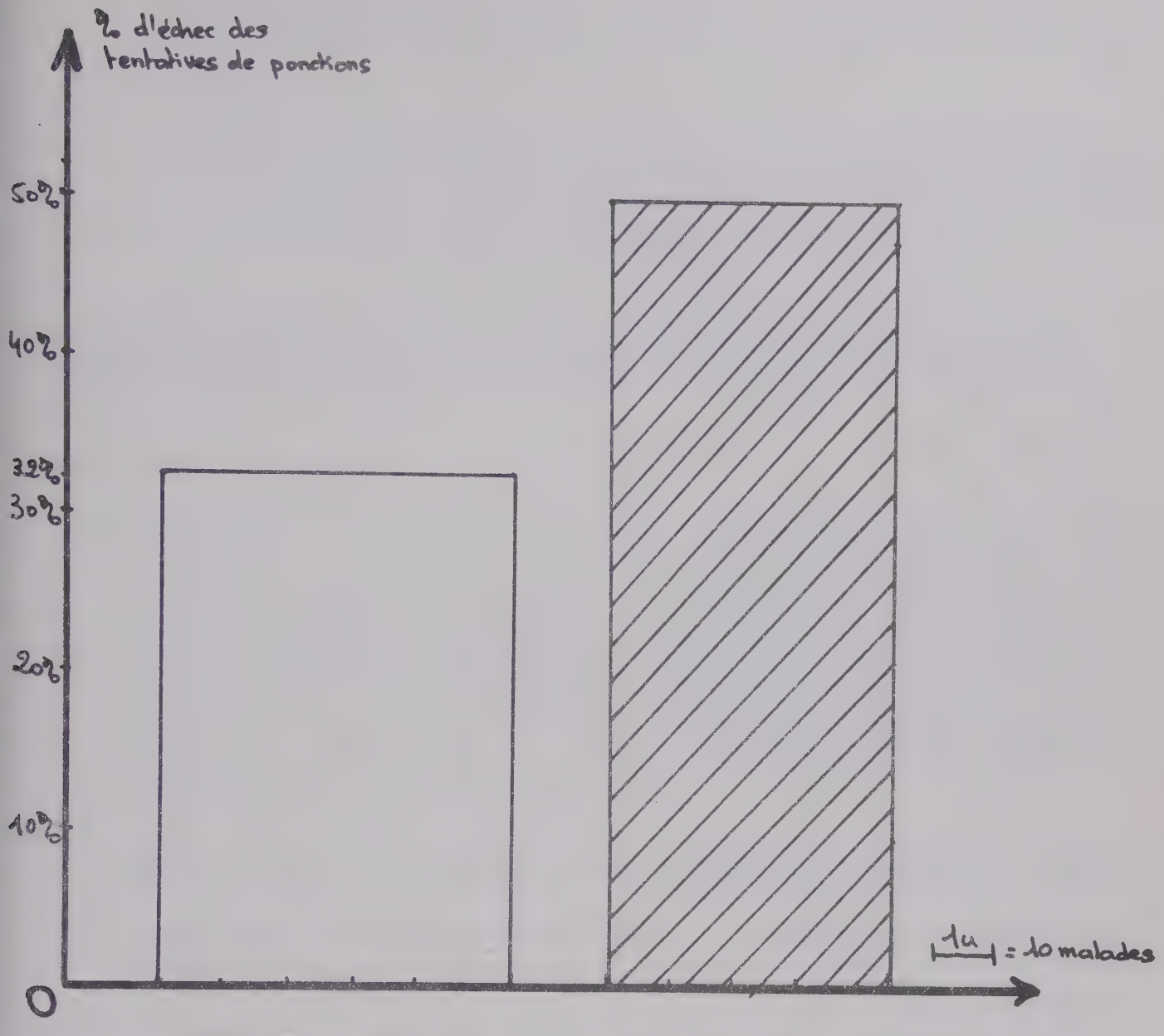


Tableau 6 : Pourcentage d'échec et rapport Poids / Taille.

Malades dont le poids est supérieur au poids idéal.

Malades dont le poids est inférieur au poids idéal.

Ainsi deux notions simples semblent confirmées par notre étude :

La ponction de l'artère radiale est d'autant moins facile, que le sujet est plus âgé, et que son poids est élevé, les sujets hyper-tendus échappant bien sûr à cette tendance.

B) RESULTATS ANALYTIQUES : CLASSIFICATION DES CAUSES D'ECHEC DE LA PONCTION TRANSCUTANEE :

1) Introduction:

Nous avons vu que 18 dénudations ont été pratiquées d'emblée sur le lot de 120 malades étudiés. En fait, sur ces 18, 4 l'ont été du fait d'absence de matériel de ponction. L'étude des raisons qui ont poussé des anesthésistes entraînés à la pose du Seldicath, à pratiquer une dénudation d'emblée, permet déjà de se faire une idée sur les principales causes d'échec de la ponction transcutanée de l'artère radiale.

Ces 14 dénudations d'emblée ont été pratiquées pour deux raisons :

- Pour une chute brutale de tension à l'induction, survenant sur un état général déjà très mauvais:

- 5 cas -

- Pour absence complète de pouls radial perceptible chez des malades en arythmie complète par fibrillation auriculaire:

- 9 cas -

2) Les incidents liés à la technique de pose du Seldicath sont de loin les causes d'échecs les plus fréquentes :

.../...

En effet sur 41 tentatives manquées, 30 soit 73 p.100 sont imputables à ce type d'incidents:

a) 8 sont liés à une perforation de l'artère radiale soit directement par l'aiguille de ponction, soit indirectement par le mandrin métallique. Cette perforation, imputable dans l'immense majorité des cas à une faute technique, - inclinaison trop grande de l'aiguille sur le plan cutané, gestes brusques, tentative de monter le mandrin malgré une résistance importante - se traduit en général par l'absence de tout reflux et l'apparition rapide d'un hématome en général non pulsatile, augmentant rapidement de volume et nécessitant une compression rapide.

b) 11 sont liées à une dissection des tuniques artérielles. L'incident se traduit généralement par la difficulté, voire l'impossibilité, de cathétériser l'artère avec le mandrin métallique, alors qu'un bon reflux avait été obtenu lors de la ponction elle-même.

Cet incident s'accompagne généralement d'un hématome de la paroi artérielle.

c) 5 sont liées à la survenue d'un spasme artériel, provoqué par l'échec d'une première tentative. Le pouls, bien perçu au départ, devient inexistant voire absent. Certains recommandent alors, si cela est possible, l'approfondissement de l'anesthésie au fluothane pour lever le spasme artériel.

d) 1 échec a été provoqué par l'existence d'une véritable " carotte tissulaire " dans la lumière de l'aiguille de ponction empêchant, de ce fait, tout reflux.

.../...

e) Enfin, 5 tentatives manquées n'ont été reliées qu'à l'inexpérience de l'opérateur, sans être toutefois marquées par des incidents type perforation ou dissection. L'existence d'un reflux important mais non systolique au cours de ces 5 tentatives, a certainement traduit la ponction d'une des deux veines radiales.

3) La deuxième grande cause d'échec tient à l'état clinique du malade au moment de l'induction :

a) Soit difficultés résultant des caractéristiques du pouls radial:

L'arythmie complète par fibrillation auriculaire semble être responsable de nombre d'échecs de la ponction transcutanée de l'artère radiale.

En effet sur les 120 malades étudiés :

- 14 présentaient au moment de l'induction une FA/AC.
- 9 ont été dénudés d'emblée (pas de pouls radial).
- 5 ponctions ont été tentées .
- 1 seule a réussi, et 4 ont échoué, dont 2 par dissection des tuniques.

Ainsi sur 14 AC/FA

- 11 n'ont pu être ponctionnées du fait des difficultés de repérage du pouls radial,
- 2 n'ont pu être ponctionnées par dissection des tuniques artérielles,
- 1 a pu être piquée.

Les anomalies anatomiques de l'artère radiale semblent responsables d'un nombre non négligeable d'échecs:

.../...

1º) En effet, sur 7 cas de pouls très mal perçu, sans rapport avec un trouble du rythme ou un état général mauvais ,

- 6 ponctions ont été tentées
- 1 dénudation effectuée d'emblée a montré l'existence d'une artère grêle.

Sur les 6 ponctions tentées

- 2 ont été réussies,
- 4 ont échoué, et la dénudation a alors montré l'existence d'artères grêles et fines.

2º) Deux observations tout à fait particulières méritent d'être décrites ici.

LA PREMIERE CONCERNE UN TRAJET ABERRANT DE L'ARTERE RADIALE

- Il s'agit de Monsieur Paul C....., âgé de 71 ans, mesurant 1 m 63 et pesant 57 kg, opéré dans le service en novembre 1971 pour un RAC.

- A l'induction, état clinique moyen (malade essouflé, TA 110/60, π 90). Le malade s'endort facilement sans problème particulier.

- La palpation de l'artère radiale montre l'existence d'un trajet aberrant. L'artère radiale ne descend pas dans la gouttière du pouls jusqu'au poignet, mais en sort environs 2 cm au-dessus des plis de flexion de la main sur l'avant bras. Elle longe alors le bord radial de l'avant-bras, et disparaît dans la tabatière anatomique.

- C'est à ce niveau, qu'on la ponctionne facilement. Du fait du trajet sinueux de l'artère dans cette région, le

.../...

mandrin n'est enfoncé que de 1 cm pour éviter une perforation. Le Seldicath, beaucoup plus flexible, cathétérise facilement l'artère.

- Les suites opératoires sont simples. Le Seldicath fonctionnera pendant 36 heures avant de se boucher, et le pouls radial sera perçu parfaitement 4 jours après.

LA DEUXIEME CONCERNE UNE STENOSE SCLEREUSE CICATRICIELLE DE L'ARTERE RADIALE

- Il s'agit de Monsieur Robert L....., âgé de 43 ans, mesurant 1 m 70 et pesant 63 kg, opéré dans le service en Mars 1972 pour une insuffisence mitrale associée à une insuffisance tricuspidienne. Le malade est en outre atteint de silicose pulmonaire (ancien mineur).

- A l'induction, état clinique satisfaisant. Arythmie complète par FA, mais pouls bien frappé, TA à 140/80. Le malade s'endort sans problème particulier.

- L'artère radiale est ponctionnée facilement au site de ponction habituel. Le mandrin métallique monte facilement sur 10 cm, mais le Seldicath ne peut être monté plus loin que 6 à 7 cm. Le mandrin retiré, on constate qu'il n'y a plus de reflux.

- Le Seldicath est alors retiré sur 1 cm : un reflux net apparaît; après raccordement à la tête de pression, la courbe sur le scope montre une TA à 120/80 alors que, mesurée au brassard, elle est à 140/70.

- On tente alors une nouvelle cathétérisation de l'artère par le Seldicath : tout reflux cesse, la courbe s'amortit au scope aux alentours de 80/75. On décide de retirer le Seldicath et de dénuder.

.../...

- La dénudation est longue (30 min.) et difficile. On se rend compte alors de l'existence d'une cicatrice à 5 cm du poignet, au niveau de la face antérieure de l'avant-bras. La dénudation montre une artère superficielle, de petit calibre, facilement cathétérisable sur 3 cm, mais présentant au niveau de la cicatrice un obstacle au franchissement du cathéter.

  L'orifice de dénudation est aggrandit vers le haut, et la dissection de l'artère enchassée dans un bloc cicatriciel scléreux, entreprise. Une fois cette dissection terminée, le cathéter monte facilement, et la courbe sur le scope devient utilisable.

b) Soit difficultés liées à une mauvaise tolérance de la cardiopathie, et se traduisant généralement par une pression artérielle faible au moment de l'induction :

1) Sur 13 malades présentant un mauvais état général à l'induction avec une pression artérielle inférieure à 100,

   5 avaient un pouls imperceptible, et ont été dénudés d'emblée

   8 ponctions ont été tentées

   4 ont réussies.

2) Il s'agit d'ailleurs de sujets en très mauvais état général, comme les exemples suivant le montrent :

M..... Marcel, 42 ans, 1 m 60, 44 kg
IM + IT (2 valves)
A l'induction :
- malade somnolent peu conscient
- TA 90/65
- π 160 (AC/FA)
- Induction sur le charriot

.../...

K..... Albert, 68 ans, 1 m 70, 74 kg
Insuffisance coronaire (vineberg)
A l'induction :
- infarctus antéro-septal étendu puis
- collapsus TA 150, TA 50/30
- avec apparition d'une tachycardie ventriculaire.
L'intervention est repoussée.

U..... Marthe, 48 ans, 1 m 53, 40 kg
IM + IT (starr mitrale + anneau) tricuspidien
A l'induction :
- TA 100/80 TA 120
- dyspnée de décubitus très importante obligeant à
- pratiquer l'induction sur le charriot
Décès 5 jours après l'intervention

C) CONCLUSIONS SUR LES CAUSES D'ECHEC DE LA PONCTION TRANSCUTANEE DE L'ARTERE RADIALE DANS L'ECHANTILLON ETUDIE:

1) 60 p.100 des ponctions tentées par des anesthésistes entraînés ont été réussies (61 sur 102 tentatives). La fréquence de réussite semble diminuer avec l'âge et l'augmentation de poids.

2) Sur 116 malades étudiés 55 dénudations ont du être pratiquées, soit 47,4 p.100 des cas.

3) Les causes d'échec sont par ordre de fréquence:

.../...

ARYTHMIE COMPLETE PAR FIBRILLATION AURICULAIRE	20 p.100 (11 cas)
DISSECTION DES TUNIQUES DE L'ARTERE RADIALE	20 p.100 (11 cas)
MAUVAIS ETAT CLINIQUE A L'INDUCTION (CHOC)	16,5 p.100 (9 cas)
PERFORATION DE L'ARTERE	14,7 p.100 (8 cas)
SPASME ARTERIEL	9 p.100 (5 cas)
ARTERE RADIALE DE CALIBRE REDUIT	9 p.100 (5 cas)
OPERATEUR INEXPERIMENTE (PONCTION DES VEINES RADIALES)	9 p.100 (5 cas)
DIVERS	1,8 p.100 (1 cas)

IV - AVANTAGES ET INCONVENIENTS COMPARES DES DEUX TECHNIQUES

A) ALORS QUE LA DENUDATION IMPOSE LE SACRIFICE DE L'ARTERE RADIALE, IL EST INTERESSANT D'ETUDIER DANS QUELLE MESURE LA PONCTION PERMET UNE REPERMEABILISATION ULTERIEURE.

1) Résultats globaux:

a) Sur 61 ponctions réussies, il y a eu 6 décès post-opératoires. L'étude sur la reperméabilisation n'a donc pu porter que sur 55 ponctions.

b) Sur ces 55 ponctions : 33 se sont reperméabilisées dans la semaine qui a suivi le départ de réanimation. Soit un pourcentage de reperméabilisation de 60 p.100.

.../...

2) Y-a-t-il des facteurs favorisant l'absence de reperméabilisation ? Résultats analytiques:

a) Pourcentage de reperméabilisation parmi les ponctions réalisées du premier coup sans aucun incident :

- sur 6I pontions réussies,
  49 l'ont été sans aucun incident.

- sur ces 49:
  28 se sont reperméabilisées,
  16 ne se sont pas reperméabilisées,
  5 n'ont pu être étudiées du fait d'un décès post-opératoire.

Compte tenu que seuls 44 cas ont pu être étudiés, le pourcentage de reperméabilisation de ce lot est :

R = 63,4 p.I00

b) Pourcentage de reperméabilisation parmi les ponctions réalisées avec un ou plusieurs incidents :

	Reperméabilisation	Absence de Reperméabilisation	Total
PERFORATION ARTERIELLE	1	2	3
DISSECTION DES TUNIQUES	1	1	2
PERFORATION VEINEUSE	1	3 (dont 1 décès)	4
DIVERS	2	1	3

1º) Donc, sur 12 ponctions réussies avec incidents
11 ont pu être étudiées (1 décès post-opératoire),
5 se sont reperméabilisées,
6 ne se sont pas reperméabilisées.

.../...

Soit un pourcentage de reperméabilisation nettement inférieur au précendent :

R = 45,5 p.100.

2º) Voici, par exemple, le cas d'une ponction avec incidents multiples :

L..... Annie, 58 ans, 1 m 55, 62 kg
RA.
Induction sans problème: Tr: 80, TA: 150/100
Ponction :
Artère bien perçue : Tr: 82
1) tentative : 2 cm des plis de flexion du poignet, artère perforée : développement d'un hématome.
2) tentative : 3 cm des plis de flexion du poignet, dissection des tuniques. On retire alors partiellement le mandrin et l'on tente une nouvelle cathétérisation de l'artère, qui réussit. Le Seldicath est mis en place.
L'artère ne se reperméabilisera pas.

3) Comparaison des pourcentages de reperméabilisation avec l'âge des malades étudiés :

	10 ans	20 ans	40 ans	60 ans		TOTAL
REPERMEABILISATION	3	10	4	10	6	33
Absence de REPERMEABILISATION	0	1	7	11	3	22
TOTAL	3	11	11	21	9	55
Pourcentage de REPERMEABILISATION	7	2 p.	100	53,	3 p.	100

.../...

Ainsi, comme le montre le tableau ci-dessus, sur 25 malades ponctionnés ayant moins de 40 ans, 72 p.100 ont vu leur artère radiale se reperméabiliser ultérieurement. Tandis que sur 30 malades ponctionnés ayant plus de 40 ans 53,3 p.100 d'entre eux seulement, ont vu une telle reperméabilisation de leur artère.

Ainsi notre étude permet-elle de confirmer deux idées simples et logiques : la reperméabilisation est d'autant plus fréquente que la ponction se déroule sans incident, et que l'âge du malade est plus bas.

B) FONCTIONNEMENT COMPARE DES DEUX TECHNIQUES (DENUDATION ET PONCTION) EN REANIMATION POST-OPERATOIRE.

1) Remarques préliminaires:

a) Nous avons déjà signalé l'importance des purges régulières du micro-cathéter intra-artériel pour l'entretien du dispositif. En effet, celui-ci tend continuellement à s'obstruer, du fait du reflux artériel incessant.

Or, dans les résultats que nous donnons ci-dessous, nous n'avons pu, ni vérifier le nombre exact de purges effectuées par 24 heures, ni contrôler, plus de deux fois par 24 heures, le bon fonctionnement de l'ensemble.

Par contre, le bon fonctionnement durant les heures d'intervention a pu être assuré par des purges régulières (1 par 1/2 heure, et 1 après chaque prélèvement : 3 gaz du sang, 1 bilan coagulation), et vérifié continuellement.

.../...

b) Du fait des décès, et de différents incidents techniques, (en particulier absence de raccordement du cathéter à une tête de pression à l'arrivée en réanimation) sur les 120 malades étudiés, seules

53 ponctions et
57 dénudations

ont pu être étudiées quant à leur durée de fonctionnement.

2) Résultats:

Ils sont indiqués dans les tableaux ci-dessous :

	oh	12h	24h	48 heures	4 jours		TOTAL
SELDICATH	9	10	12	18	2	2	53
	58,50 p.100			41,50 p.100			100 p. 100

Donc, 41,5 p.100 des Seldicath étudiés ont duré 48 heures ou plus ; et 58,5 p.100 ont duré moins de 48 heures.

	oh	12h	24h	48 heures	4 jours		TOTAL
DENUDATION	7	15	18	11	4	2	57
	70,80 p.100			29,20 p 100			100 p. 100

Donc 29,8 p.100 des dénudations étudiées ont duré 48 heures ou plus et 70,8 p.100 ont duré moins de 48 heures.

a) Malgré les restrictions formulées au début du paragraphe il semble bien, d'après ces résultats, que placés dans les mêmes conditions d'entretien (mal connues il est vrai),

.../...

les Seldicath durent plus longtemps que les dénudations.

b) Un cas particulèrement intéressant mérite d'être ici rapporté et permet de penser qu'en cas d'entretien soigneux et régulier du Seldicath, celui-ci peut rendre des services appréciables pendant plusieurs jours de suite. L'exemple suivant est éloquent :

> Louis F....., 14 ans, 1 m 50, 33 kg 500
> Transposition des gros vaisseaux.
> Etat clinique à l'induction médiocre :
> - cyanose ++++
> - dyspnée ++++
> - FC: 100, TA: 105/70.
> Induction sans problème.
> Ponction de l'artère radiale facile et sans incident.
> Fonctionnement, sans amortissement notable, du Seldicath pendant 10 jours complets avec entretien régulier (purge toutes les heures).
> Malade alors trachéotomisé.
> Décès 26 jours après, suite à une médiastinite.

c) Aucune défection du dispositif n'a pu être notée aux cours des 120 interventions effectuées, ni de la part du Seldicath, ni de la part des dénudations effectuées. Ces deux techniques de mesure offrent donc une sécurité remarquable au cours de l'intervention.

d) Enfin, nombre de dispositifs (Seldicath aussi bien que dénudations) fournissant une courbe de pression artérielle amortie et ininterprétable, ont été utilisés encore plusieurs heures (parfois 24 heures (12 cas) - pour les prélèvements des gaz du sang.

.../...

C) INCIDENTS ET ACCIDENTS COMPARES DES DEUX TECHNIQUES

1) Au moment de la canulation artérielle :

a) La dénudation, comme la ponction transcutanée, ne présentent aucun risque majeur :

La dénudation est plus longue, nécessite un chirurgien et de ce fait, prolonge le temps d'intervention.

La ponction, si elle réussit, est beaucoup plus rapide, peut être pratiquée par l'anesthésiste, ne nécessite aucun matériel chirurgical et permet d'avoir très tôt (quelques minutes après l'induction) une courbe de pression artérielle continue.

b) Cependant, la fréquence des incidents accompagnant la ponction transcutanée est importante. En effet sur 102 ponctions tentées, 44 se sont accompagnées d'incidents ; 12 ont pu être finalement réussies.

Répartition des incidents sur 102 ponctions tentées :

TOTAL DES PONCTIONS	DISSECTION	PERFORATION	SPASME ARTERIEL	PONCTION VEINEUSE
	13	11	8	9
PONCTIONS REUSSIES	2	3	3	4
PONCTIONS RATEES	11	8	5	5

Donc, dans notre étude 43,1 p.100 des tentatives de canulation radiale par ponction transcutanée, se sont accompagnées d'incidents, dont la plupart ont empêché la canulation projetée (32 sur 44).

.../...

2) Les incidents et accidents secondaires au cours de la convalescence post-opératoire :

a) Les signes suivant ont été systématiquement recherchés :

Des signes infectieux :

- éventuelle septicémie en réanimation à point de départ radial.
- micro-abcès au site de ponction et signes d'infection locale.

Des signes d'ischémie au niveau de la main :

- diminution de la motricité des muscles de l'éminence thénar, des muscles fléchisseurs, et des autres muscles de la main.
- sensibilité des territoires cutanés de la main. Paleur et chaleur de la main.

Et bien sûr, la réapparition éventuelle du pouls radial en cas de ponction réussie, l'existence d'hématome organisé.

b) Sur 55 ponctions étudiées (6 décès interdisant l'étude des complications secondaires) 9 malades ont présenté des troubles au cours de leur convalescence, soit 14,5 p.100.

- 6 étaient porteurs d'un hématome organisé qui a disparu en 10 à 15 jours. Sur ces 6 malades 1 seul a vu son artère se reperméabiliser.

- 3 ont présenté des troubles sensitifs et moteurs.

L'un présentait une paresthésie douloureuse des doigts de la main l'empêchant d'étendre les doigts sur la

.../...

main , et une diminution de la force de préhension de la main ;

- régression partielle, mais incomplète au bout de 12 jours (kinésithérapie)
- pas de reperméabilisation artérielle.

Un autre présentait une perte de la sensibilité tactile des deux derniers doigts avec la sensation désagréable de " fourmis dans les doigts ", ainsi qu'une diminution de la force de préhension de la main : Régression complète au bout de 3 jours, coïncidant avec la reperméabilisation de l'artère.

Enfin le dernier, a présenté une perte complète de la sensibilité du pouce et des deux premiers doigts :

- régression au bout de 10 jours
- pas de reperméabilisation artérielle.

1 a présenté une lymphangite des 2/3 supérieurs de l'avant-bras en l'absence de toute voie veineuse avant, pendant, et après l'intervention.

c) Sur 56 dénudations étudiées (5 décès interdisant l'étude des complications secondaires) 7 malades ont présenté des troubles au cours de leur convalescence soit 12,5 p.100.

- 4 ont présenté des troubles infectieux : 1 lymphangite et 3 micro-abcès de l'orifice de dénudation.

- 2 ont présenté des troubles sensitifs et moteurs :

L'un avait des troubles sensitifs du pouce gauche et une diminution de la force de préhension de la

.../...

main qui ont totalement régressé en 5 jours.

Le deuxième présentait une hypo-esthésie complète de tous les doigts, qui n'avait par régressé à sa sortie de l'hôpital 15 jours après.

Enfin, 1 avait un hématome organisé au niveau de l'orifice de dénudation.

En conclusion, si l'on met à part l'existence d'hématomes organisés au niveau du site de canulation, les accidents secondaires de ces deux techniques sont peu fréquents : les phénomènes infectieux et les troubles sensitifs et moteurs ne présentent que lo cas sur 111 étudiés, soit 9 p.100.

Alors que les phénomènes infectieux locaux semblent plus volontiers compliquer les orifices de dénudation, les troubles sensitifs et moteurs d'origine ischémique, sont comparables pour les deux techniques.

De toutes manières, ces troubles sont bénins et régressent complètement dans l'immense majorité des cas. Sur 111 cas étudiés nous n'avons que deux exemples de régression incomplète de troubles sensitifs et moteurs de la main.

ooooo0ooooo

C O N C L U S I O N

Pour l'anesthésiste comme pour le réanimateur, la pression artérielle, caractérisée par ses trois valeurs remarquables - systolique, diastolique et moyenne - reste l'une des grandeurs essentielles permettant la surveillance hémodynamique d'un malade. Dans la mesure où l'on peut appliquer à l'hémodynamique artérielle la loi de Poiseuille, il suffit alors de connaître deux variables - pression et résistance par exemple - pour connaître la troisième, c'est-à-dire dans le cas présent, le débit cardiaque.

De plus, la pression moyenne et la pression diastolique conditionnent la perfusion d'un certain nombre d'organes vitaux : rein et cerveau pour la première, myocarde pour la seconde. Les mécanismes de régulation et d'adaptation de ces différentes circulations locales ne sont efficaces que dans la mesure où la pression de perfusion est efficace. Au-dessous d'une certaine valeur de celle-ci, la vascularisation de l'organe devient insuffisante voire nulle et des lésions ischémiques parfois irréversibles se produisent.

D'où la nécessité absolue pour le médecin de connaître à tout moment la valeur de la pression artérielle, en particulier lorsque les mécanismes de régulation de celle-ci ne sont plus efficaces.

Classiquement la pression artérielle est mesurée indirectement à l'aide d'un brassard gonflable suivant la méthode mise au point par RIVA-ROCCI et PACHON. Suffisante dans la plupart des cas, la méthode devient insuffisante lorsqu'un certain nombre de fonctions vitales sont menacées directement :

.../...

- elles ne permet pas l'étude continue de la pression artérielle,

- fournit des valeurs peu précises,

- est liée à la subjectivité de l'opérateur, et

- surtout, ne renseigne pas sur la valeur de la pression moyenne.

- De plus, dans certains cas hémodynamiques particuliers - arythmie par fibrillation auriculaire et certains états de chocs - elle est complètement inutilisable.

Tous ces inconvénients survenant à un moment décisif pour le malade, ont conduit à rechercher une méthode plus précise et plus maniable de mesure de la pression artérielle. Du fait des récents progrès de l'électronique médicale, les techniques de mesure directe de la pression artérielle, utilisées depuis très longtemps dans les laboratoires spécialisés et en physiologie, ont connu un récent développement en clinique humaine.

Mesurée directement par voie sanglante et visualisée en continu sur un oscilloscope cathodique, la pression artérielle est devenue l'un des éléments de surveillance continue de l'état hémodynamique dans nombre de services de chirurgie et de réanimation.

Associée à l'enregistrement continu de la pression veineuse et de l'électro-cardiogramme, elle permet un " monitoring " très précis des fonctions cardio-vasculaires. En effet, les têtes de pressions électro-manomètriques mises au point depuis quelques années permettent une bonne stabilité et une bonne précision de la mesure. Aux prix d'un matériel spécialisé et coûteux, la mesure continue de la pression artérielle par voie sanglante offre des avantages importants :

.../...

- elle permet une mesure très précise des différentes valeurs remarquables, en particulier de la pression moyenne, que l'on peut obtenir instantanément et à tous moments;

- elle reste précise quel que soit l'état hémodynamique du malade donc y compris au cours des états de choc.

- La morphologie de l'onde de pouls permet de se faire une idée sur le volume d'éjection systolique et permet une intégration fiable de la fréquence cardiaque.

- Enfin, au cours de l'anesthésie et de la réanimation elle permet (indirectement du fait de l'abord artériel direct) la pratique répétée de prélèvements sanguins - gaz du sang, hémostase -, la surveillance régulière de l'analgésie per-opératoire, et permet aussi d'apprécier rapidement l'efficacité d'une éventuelle thérapeutique.

Pour toutes ces raisons la méthode tend à devenir de plus en plus utilisée, malgré le matériel onéreux qu'elle nécessite, d'autant que sa technique est simple et que ses accidents secondaires sont rares et dépourvus le plus souvent de tout danger pour le malade.

Trois voies artérielles sont possibles : la voie fémorale utilisée au début, la voie humérale et la voie radiale. En anesthésie cardio-vasculaire, la voie radiale semble la meilleure : la ponction transcutanée de l'artère radiale est facile, le site de ponction reste toujors accessible pour l'anesthésiste et les nombreux réseaux artériels anastomotiques de la main et de l'avant-bras constituent dans l'immense majorité des cas une voie correcte de suppléance en cas d'obstruction secondaire de l'artère.

.../...

En fait, si la technique de ponction ne pose pas de problèmes majeurs, il faut toutefois noter la fréquence des échecs dus, soit à des anomalies du pouls radial - tension artérielle faible à l'induction ; arythmie complète par fibrillation auriculaire ; artère grêle et fine - soit à des fautes techniques bien souvent difficiles à éviter - dissection des tuniques artérielles ; perforation de l'artère ; spasme artériel - .

Dans ce cas, après échec de la ponction transcutanée, la canulation de l'artère par dénudation chirurgicale s'impose, impliquant le sacrifice de l'artère dénudée. Mais il nous semble logique de tenter systématiquement la ponction transcutanée avant la dénudation, à condition bien sûr, que le pouls radial puisse être perçu. En effet, plus d'une artère radiale ponctionnée sur deux se reperméabilise dans la semaine qui suit la date de l'intervention. Ce fait est particulièrement appréciable en cas d'éventuelle réintervention ultérieurement.

D'autre part, la ponction transcutanée de l'artère radiale s'effectue plus rapidement que sa dénudation. Sa réussite amène un gain de temps appréciable au cours de l'intervention. Le fonctionnement post-opératoire comparé des deux techniques - ponction et dénudation - dépend essentiellement de l'entretien du dispositif - purges fréquentes des tubulures et du micro-cathéter. Cependant, il faut savoir qu'un micro-cathéter intra-artériel posé par ponction transcutanée, s'il est bien entretenu, peut durer pendant une semaine entière et parfois plus (l'une de nos observations rapporte le fonctionnement de l'un d'entre eux, sans amortissement notable pendant dix jours complets).

Les accidents et incidents secondaires des deux techniques sont rares et en général bénins. Alors que les phénomènes infectieux locaux semblent plus volontiers compliquer les orifices de dénudation, les troubles sensitifs et moteurs d'origine ischémique

.../...

sont comparables pour les deux techniques. Les troubles sensitifs et moteurs régressent complètement dans l'immense majorité des cas au cours des quinze jours qui suivent la date d'intervention (nous n'avons rencontré que deux cas de régression incomplète de ces troubles).

Du point de vue infectieux, il semble bien que la canulation par ponction transcutanée offre moins de risques que la dénudation chirurgicale qui nécessite, il est vrai, un abord beaucoup plus large de l'artère. Ainsi, la surveillance automatique continue de la pression artérielle par voie sanglante, permet grâce à un matériel parfaitement toléré durant une semaine et plus, un " monitoring " très utile au cours de l'anesthésie et de la réanimation post-opératoire. La relative facilité de la ponction transcutanée de l'artère radiale et la possibilité d'un éventuelle dénudation en cas d'échec, jointe à la bénignité des accidents secondaires observés, font de cette nouvelle méthode de surveillance l'une des plus utiles pour l'anesthésiste et le réanimateur.

Ses indications ont de ce fait été considérablement élargies. Elle est particulièrement indiquée en anesthésie pour les interventions de longue durée chez des patients à mauvais risque. Toute modification tensionnelle peut être immédiatement décelée et entraîner un traitement approprié. Elle est aussi extrêmement utile pour l'étude d'une drogue ou d'une technique nouvelle.

Enfin, en matière de réanimation circulatoire pré-, per- ou post-opératoire, le fait de pouvoir disposer d'un affichage permanent de la pression artérielle réelle, constitue un élément fondamental pour la conduite du traitement.

ooooo0ooooo

B I B L I O G R A P H I E

- GRANDJEAN, T., ENRICO, J.P., POLI, S., et PERRET, C.,
Soins intensifs et surveillance automatique continue de la pression artérielle
Presse médicale 77º Année Nº 16. - Lausanne Mars 1969

- Ein Apparat zur fortlaufenden unblutigen Registrierung von Puls und Blutdruck - München 1959 Med. Wschr.

- OTTENI, J.C., DUPUIS, J., et GAUTHIER-LAFAYE, J.P.,
La pression artérielle sanglante en mesure continue par micro-cathéter.
Anesth.Anal.Réa. Tome XXVIII - Paris 1971

- REVUE DU PRATICIEN 19
Techniques de surveillance hémodynamique des états de chocs.
Paris 1969

- JOURNEES DE REANIMATION DE L'HOPITAL CLAUDE BERNARD
Mesure de la pression artérielle et surveillance automatique du patient en réanimation.
Editeur Arnette - Paris 1968

- OTTENI, J.C., SAUVAGE, M.R., et GAUTHIER-LAFAYE, J.P.,
Valeur du pulsogramme sanglant et non sanglant pour la surveillance de l'analgésie per-opératoire.
An.Anal.Réa. Tome XXVII - Strasbourg 1971

- PERLEMUTER, L., et WALIGORA, J.,
Cahiers d'anatomie.
Masson & Cie - Tomes 9 / 10 - Paris 1967

- ROUVIERE, M.,
Anatomie humaine descriptive et topographique .
Masson & Cie - Paris 1962

- PEQUIGNOT, M,
Précis de pathologie médicale.
Masson & Cie - Paris 1965

- HERMANN, H., et CIER, J.F.,
Précis de physiologie.
Masson & Cie - Paris 1964

- KAYSER, C.,
Physiologie : les grandes fonctions .
Editions Médicales Flammarion Tome III - Paris 1963

.../...

- OTTENI, J.C., SAUVAGE, M.R., et GAUTHIER-LAFAYE
Utilisation pratique des analgésiques centraux en anesthésie et réanimation.
Ars.Medic. 23 Nº spécial - Strasbourg

- Intra-arterial blood-pressure recording as a teaching aid in anesthesia.
Acta Anaesth. Scandinau 8 1964

- TRAVAIL DU CENTRE D'ETUDES DES TECHNIQUES CHIRURGICALES (CNRS) ET DU CENTRE DE CHIRGURGIE EXPERIMENTALE
Mesure de la pression artérielle et surveillance automatique du patient en réanimation.
Hôpital Broussais Réanimation et choc - Librairie Arnette Paris 1968

- DIAMANT BERGER, F., et GAJDOS, Ph.,
Méthodes d'étude hémodynamique d'un malade en état de choc.
Révue réanimation et médecine d'urgence - Paris 1969

- MAC DONALD (D)
Blood flow in arteries.
Editeur Arnold - Londres 1960

- RUSHMER, R.,
Cardiovascular dynamics.
Editeur Saumders - Philadelphie 1961

- Chirurgie des coronaires.
Editeurs Masson & Cie - Paris 1965

- GIRARD, P.F., et PELLET, H.,
Médecine expérimentale.
Editeurs Masson et Cie - Paris 1967

- HATTE, P.Y., JAN, F.
Coronaires (2)
Cahiers intégrés de médecine Nº 40, Masson & Cie - Paris 1972

- SCEBAT, L., RESNAY, J., et LENEGRE, J.,
Ischémie myocardique expérimentale.
Arch.Mal. Coeur et vaisseaux - Paris 1963

VU LE PRÉSIDENT DE THÈSE
Pr GRIVAULT

VU LE DOYEN DE LA FACULTÉ
JEROME

Vu le Permis d'imprimer
le Recteur de l'Académie de Paris
R. MALLET